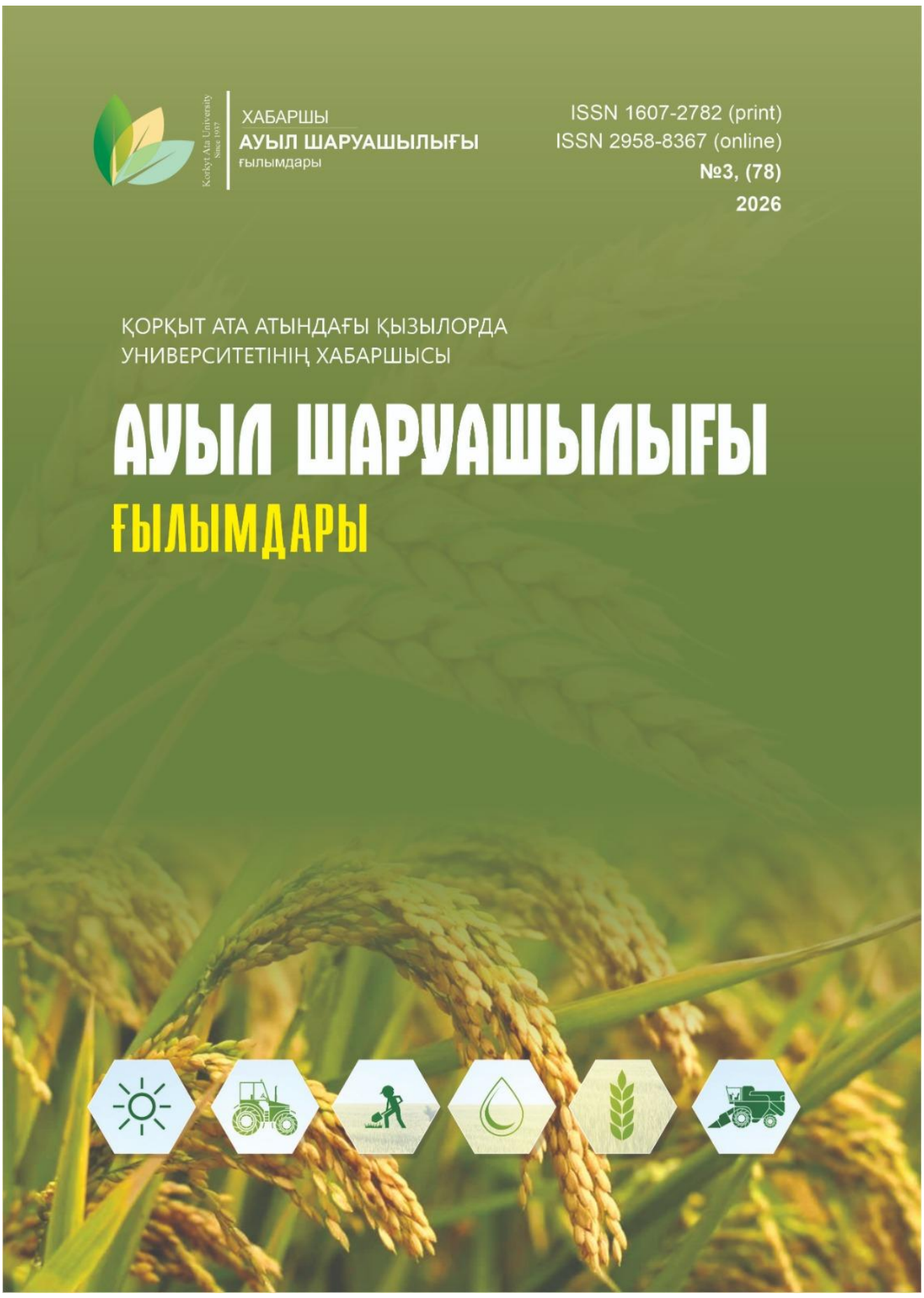
ХАБАРШЫ
АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ
ғылымдары

ISSN 1607-2782 (print)
ISSN 2958-8367 (online)
№3, (78)
2026

ҚОРҚЫТ АТА АТЫНДАҒЫ ҚЫЗЫЛОРДА
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ
ҒЫЛЫМДАРЫ



ISSN 1607-2782 (print)
ISSN 2958-8367 (online)

**ҚОРҚЫТ АТА АТЫНДАҒЫ
ҚЫЗЫЛОРДА УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ**

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ
ҒЫЛЫМДАРЫ

№3 (78), 2026

1999 жылғы наурыздан бастап шығады
Выходит с марта 1999 года
Published since March 1999

Жылына төрт рет шығады
Выходит четыре раза в год
Issued quarterly

**Қызылорда/Кызылорда/Kyzylorda
2026**

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМДАРЫ

«Ауыл шаруашылығы ғылымдары» сериясы Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Білім және ғылым саласында сапаны қамтамасыз ету комитеті ғылыми еңбектің негізгі нәтижелерін жариялау үшін ұсынатын ғылыми басылымдар тізбесіне енген (21.02.2022 ж. № 63 бұйрық).

Л.А.Тохетова – ғылыми редактор, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ аграрлық ғылымдар академиясының академигі

Редакция алқасы

А.Б.Абуова	ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы
С.С.Арыстанғұлов	ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, доцент, «Ж.Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы
Ш.О.Бастаубаева	ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Қазақ аграрлық ғылымдар академиясының академигі, «Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми зерттеу институты» ЖШС басқарма төрағасы
М.Т.Велямов	биология ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ аграрлық ғылымдар академиясының Ресей жаратылыстану ғылымдары академиясының және Азық-түлік қауіпсіздігі ұлттық академиясының академигі, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы
М.Г. Мустафаев	ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Азербайжан ұлттық ғылым академиясының топырақтану және агрохимия институты, Азербайжан Республикасы
Б.А. Дуйсембеков	биология ғылымдарының кандидаты, доцент, «Ж.Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы
Г.Л.Зеленский	ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, «Күріш федералды ғылыми-зерттеу орталығы» Федералдық мемлекеттік бюджеттік ғылыми мекеме, Ресей Федерациясы
Н.Ж.Муслимов	техника ғылымдарының докторы, қауымдастырылған профессор, Қазақ аграрлық ғылымдар академиясының академигі, Ш.Мұртаза атындағы халықаралық инновациялық институты, Қазақстан Республикасы
Накиб Уллаһ Хан	PhD, профессор, Ауыл шаруашылығы университеті, Пешавар, Пәкістан Ислам Республикасы
Ш.С.Рсалиев	биология ғылымдарының докторы, доцент, «Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы
А.С.Рсалиев	ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, профессор, «QazBioPharm» Ұлттық холдингі» АҚ, Қазақстан Республикасы
И.А.Таутенов	ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан Республикасы
К.Н.Тодерич	PhD, Тоттори Университеті, Жапония

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Серия "Сельскохозяйственные науки" включена в перечень научных изданий, рекомендуемых Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан для публикации основных результатов научной деятельности (приказ № 63 от 21.02.2022 г.).

Л.А.Тохетова –Научный редактор, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Казахской академии аграрных наук

Редакционная коллегия

А.Б.Абуова	доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Республика Казахстан
С.С.Арыстангулов	кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений им.Ж. Жиембаева», Республика Казахстан
Ш.О.Бастаубаева	кандидат сельскохозяйственных наук, академик Казахской академии аграрных наук, ТОО «Казахский научно-исследовательский земледелия и растениеводства», Республика Казахстан
М.Т.Велямов	доктор биологических наук, академик Казахской академии аграрных наук, Академик Российской Академии Естествознания и Академик Национальной академии по продовольственной безопасности Российской Федерации, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Республика Казахстан
М.Г. Мустафаев	доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Институт почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Азербайджана, Республика Азербайджан
Б.А.Дуйсембеков	кандидат биологических наук, доцент, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты растений и карантина имени Ж.Жиембаева», Республика Казахстан
Г.Л.Зеленский	доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», Российская Федерация
Н.Ж.Муслимов	доктор технических наук, ассоциированный профессор, член-корреспондент Казахской академии аграрных наук, Международный инновационный институт имени Ш.Муртаза, Республика Казахстан
Накиб Улла Хан	PhD, профессор, Аграрный университет, г.Пешавар, Пакистан
Ш.С.Рсалиев	доктор биологических наук, доцент, ТОО «Казахский научно исследовательский институт земледелия и растениеводства», Республика Казахстан
А.С.Рсалиев	кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, АО «Национальный холдинг QazBioPharm», Республика Казахстан
И.А.Таутенов	доктор сельскохозяйственных наук, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Республика Казахстан
К.Н.Тодерич	PhD, Университет Тоттори, Япония.

AGRICULTURAL SCIENCES

Series "Agricultural Sciences" is included in the list of scientific publications recommended by the Committee for Quality Assurance in the field of education and Science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan for the publication of the main results of scientific work (Order No. 63 dated February 21, 2022)

L.A.Tokhetova – Scientific Editor, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Kazakh Academy of Agrarian Sciences

Editorial Board

A.B.Abuova	Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry, Republic of Kazakhstan
S.S.Arystangulov	Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, LLP «Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zhazken Zhiembayev», Republic of Kazakhstan
Sh.O.Bastaubaeva	Candidate of Agricultural Sciences, Academician of the Kazakh Academy of Agrarian Sciences, LLP "Kazakh scientific research of agriculture and plant growing»
B.A.Duisembekov	Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, LLP «Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zhazken Zhiembayev», Republic of Kazakhstan
N.Zh.Muslimov	Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Corresponding Member Kazakh Academy of Agrarian Sciences, International Innovation Institute named after Sh.Murtaza
Naqib Ullah Khan	Doctor of Philosophy (PhD), Professor, Agricultural University, Peshawar, Pakistan
Mustafa G. Mustafayev	Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Institute of Soil Science and Agrochemistry of Azerbaijan National Academy of Sciences, Republic of Azerbaijan
A.S.Rsaliev	Candidate of Agricultural Sciences, Professor, JSC "National Holding" QazBioPharm ", Republic of Kazakhstan
S.S.Rsaliev	Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing LLP, Republic of Kazakhstan
I.A.Tautenov	Doctor of Agricultural Sciences, Korkyt Ata Kyzylorda University, Republic of Kazakhstan
K.N.Toderich	Doctor of Philosophy (PhD), Tottori University, Japan
M.T.Velyamov	Doctor of Biological Sciences, Kazakh Academy of Agrarian Sciences, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences and Academician of the National Academy for Food Security of the Russian Federation, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry LLP, Republic of Kazakhstan
G.L.Zelensky	Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Federal Rice Research Center, Russian Federation

Баспа атауы – «Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті»
Баспа адресі – индекс 120014, Әйтеке би, 29А, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы
Наименование издателя – «Кызылординский университет имени Коркыт Ата»
Адрес издателя – индекс. 120014, ул Айтеке би, 29А, г.Кызылорда, Республика Казахстан
Name of the publisher – «Kyzylorda university named after Korkyt Ata»
The publisher's address is an index. 120014, Aiteke bi street, 29A, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan

ҒТАМР 68.05.01 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.347

ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТОПЫРАҒЫНДА ЫЛҒАЛДЫҢ БӨЛІНУІН РЕТТЕУГЕ АРНАЛҒАН БИОЫДЫРАЙТЫН ТЕРМОСЕЗІМТАЛ ГИДРОГЕЛЬДІ ЗЕРТТЕУ

Азимов А.М.[1], PhD
azimov-78@mail.ru, http://orchid.org/0000-0002-1316-5854
Изтлеуов Г. М.[1]***,** химия ғылымдарының кандидаты
gani5@mail.ru, http://orchid.org/0000-0002-5722-342X
Ертаева Ж.Т.[2], Phd
jain_0404@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-8848-6794
Болысбек А. А.[1], техника ғылымының кандидаты
aidarali@mail.ru, http://orchid.org/0000-0001-8708-2608

[1]*М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан*
[2]*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан*

Аңдатпа. Қазіргі климаттық өзгерістер мен қуаңшылықтың жиілеуі жағдайында агроөнеркәсіп кешенінің алдында тұрған негізгі мәселелердің бірі – су ресурстарын тиімді пайдалану болып табылады. Осы зерттеудің мақсаты – Шығыс Қазақстанның қуаң аймақтарында топыраққа енгізілетін гидрогель мөлшерінің топырақтың ылғал сақтау қабілетіне, өсімдіктің өсуіне және жаздық бидай өнімділігіне әсерін тәжірибелік тұрғыда бағалау. Бұл жұмыста гидрогельдерді Қазақстанның құрғақ климаттық жағдайында ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін арттыруға бағытталған су үнемдеу технологиясы ретінде қолдану мүмкіндіктері қарастырылды. Далалық және зертханалық зерттеулер нәтижесінде гидрогельдерді 25–30 кг/га мөлшерінде қолдану топырақтағы ылғал режимін жақсартып, өсімдіктердің тамыр жүйесінің дамуын күшейтетіні және құрғақшылық стрессіне төзімділікті арттыратыны анықталды. Гидрогельдің оңтайлы мөлшері өнім көлемін едәуір көбейтіп, су шығынын азайтуға мүмкіндік береді. Бұл аймақтың агроөнеркәсіп саласының тұрақты дамуы үшін аса маңызды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, дайындалған гидрогельдер ылғалды тек сақтап қана қоймай, оны өсімдік тамыры орналасқан аймақта біртіндеп бөліп шығарады. Соның арқасында өсімдіктердің суға қолжетімділігі артады. Әзірленген технологияны енгізу топырақ бетінен ылғалдың физикалық булануын 3,6–3,8%-ға дейін төмендетіп, суару суын тиімді пайдалануға мүмкіндік берді. Соның нәтижесінде тамыр аймағындағы ылғал мөлшері 3,2–3,6%-ға артып, өсімдіктердің сумен қамтамасыз етілуі жақсарды.Жалпы алғанда, суару суын үнемдеу деңгейі 50%-ға дейін жетті, бұл су ресурстары шектеулі аймақтар үшін аса маңызды нәтиже болып табылады. Бұл гидрогель негізіндегі жүйелердің әмбебап әрі ауыл шаруашылығында қолдануға тиімді технология екенін дәлелдей.

Тірек сөздер: гидрогель, биоыдырайтын, ылғалды сақтау, термосезімтал, суармалы егіншілік, Шығыс Қазақстан.

Кіріспе. Қазіргі ауыл шаруашылығы жаһандық климаттық өзгерістер мен жергілікті су пайдалану ерекшеліктерінен туындаған су тапшылығы жағдайында дамып келеді. Құрғақ кезеңдердің жиілігі мен ұзақтығының артуы, орташа тәуліктік температураның жоғарылауы және азық-түлікке деген сұраныстың көбеюі ресурсты үнемдейтін инновациялық технологияларды әзірлеу мен енгізуді талап етеді [1,2]. Осындай тиімді шешімдердің бірі – ылғалды өз көлемінен бірнеше есе артық сіңіріп, топырақта өзіндік «су қоймасы» қызметін атқаратын полимерлі гидрогельдерді қолдану [3,4].

Гидрогельдер артық ылғал кезеңінде суды жинақтап қана қоймай, оны өсімдіктердің тамыр аймағына біртіндеп бөліп шығарады. Бұл өсімдіктердің су тапшылығынан туындайтын күйзелісін азайтуға мүмкіндік береді [5,6]. Мұндай қасиет су қоры тұрақсыз

аймақтар үшін аса маңызды, себебі ылғалдың едәуір бөлігі булану және топырақтың терең қабаттарына сіңу арқылы жоғалады [7,8].

Әсіресе биологиялық ыдырайтын, температураға сезімтал гидрогельдер ерекше қызығушылық тудырады. Дәстүрлі синтетикалық полимерлерден айырмашылығы, олар экологиялық тұрғыдан қауіпсіз, топырақ микрофлорасы мен агрохимиялық тепе-теңдікке кері әсер етпейді [9,10]. Сонымен қатар, олар топырақтың температурасы мен ылғалдылығына байланысты суды бөлу қарқынын реттей алады. Мұндай бейімделгіштік оларды құрғақ аймақтарда қолдануға өте қолайлы етеді, өйткені мұнда микроклиматтық жағдайлардың өзгеруі ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігіне айтарлықтай әсер етеді [11,12,13].

Әлемде гидрогельдерді ауыл шаруашылығында пайдалану тәжірибесі қарқынды дамып келе жатқанымен, Қазақстандағы осы бағыттағы зерттеулер әлі бастапқы кезеңде және аймақтық климаттық әрі топырақтық ерекшеліктерді ескере отырып ғылыми негіздеуді қажет етеді. Суармалы егіншілік азық-түлік қауіпсіздігінің негізгі факторы болып саналатын Шығыс Қазақстан инновациялық су үнемдеу технологияларын енгізуге қолайлы өңір болып табылады [14,15].

Осы жұмыстың мақсаты – Шығыс Қазақстанның суармалы егіншілігінде өсімдіктерге судың қолжетімділігін арттыру, топырақтың су режимін оңтайландыру және суару мөлшерін азайту үшін биологиялық ыдырайтын термосезімтал гидрогельді әзірлеп, оның тиімділігін зерттеу.

Зерттеу материалдары мен әдістемесі. Зерттеу аймағының сипаттамасы.

Далалық зерттеулер 2023-2025 жылдың сәуір–маусым айлары аралығында Шығыс Қазақстан облысының суармалы егіншілік аймақтарында жүргізілді. Бұл өңір климаттық айырмашылықтар мен жерді пайдалану ерекшеліктеріне байланысты агроэкологиялық тұрғыдан әртүрлі болып келеді. «Дружба» шаруа қожалығы (Үлан ауданы) мен «Tamerlan&K» шаруа қожалығы (Глубокое ауданы) микроклиматтық жағдайлары мен агротехникалық басқару тәсілдері бойынша бір-бірінен ерекшеленеді. Сондықтан олар нақты өндірістік жағдайда топырақ құнарлылығының кеңістіктік өзгерістерін зерттеуге қолайлы нысандар ретінде таңдалды.

Гидрогель қоспасын топыраққа жергілікті енгізу үшін арнайы топырақ өңдеу құрылғысы – саңылау жасағыш (слиттер) қолданылды. Бұл құрылғы материалды нақты белгіленген тереңдікке енгізуге және оның топырақ қабаты бойынша біркелкі таралуын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Далалық тәжірибе келесі бес нұсқадан тұрды:

• Бақылау нұсқасы – гидрогель қолданылмаған.
• 20 см тереңдікке 30 кг/га гидрогель енгізу.
• 20 см тереңдікке 60 кг/га гидрогель енгізу.
• 40 см тереңдікке 30 кг/га гидрогель енгізу.
• 40 см тереңдікке 60 кг/га гидрогель енгізу.

Суару мөлшері 900 м³/га құрап, өңірде бидай өсіруге арналған жалпы қабылданған агротехникалық талаптарға сәйкес жүргізілді.

Биологиялық ыдырайтын гидрогельдің тиімділігін бағалау үшін агрофизикалық және биометриялық көрсеткіштер кешені қолданылды. Зерттеу барысында төмендегі көрсеткіштер анықталды:

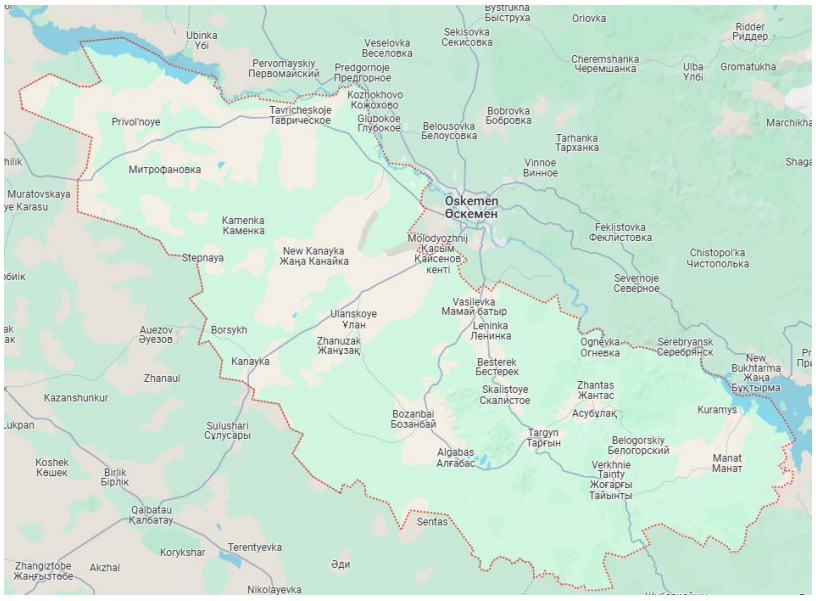
• топырақтың әртүрлі қабаттарындағы ылғал мөлшері (0–5, 0–20 және 20–40 см) – термостаттық-салмақтық әдіс арқылы;
• оңтайлы су режимін сақтау үшін қажетті суару саны;
• топырақтың су беру коэффициенті;
• суарулар арасындағы кезең ұзақтығының динамикасы;
• өсімдіктердің өсуі мен дамуының морфометриялық көрсеткіштері (сабақ биіктігі, жапырақ бетінің ауданы, биомасса).

Барлық өлшеулер үш қайталымда жүргізіліп, стандартты агрохимиялық және агрофизикалық талдау әдістері пайдаланылды. Алынған мәліметтер дисперсиялық талдау (ANOVA) әдісі арқылы статистикалық өңдеуден өтті. Бұл тәжірибе нұсқалары арасындағы маңызды айырмашылықтарды анықтауға және гидрогельді қолданудың ең тиімді жағдайларын белгілеуге мүмкіндік берді.

Технологиялық үдеріс бірнеше бірізді операциялардан тұрды: алдымен саңылау кескіш диск топырақты тіліп өтті, кейін слиттер топырақты қопсытты, ал тығыздаушы каток жарықтарды жартылай жауып, өңделген топырақ бетін тегістеді. Зерттеу барысында слиттердің бірнеше үлгісі сыналды, олардың қатарында Till-Ripper (John Deere, АҚШ), Delta-New (Hatzenbichler, Австрия), Salford слиттері және GS-4M терең қопсытқыш-слиттері болды.

Зерттеу нәтижесінде «саңылау кескіш диск – слиттер – тығыздаушы каток» жүйесі ең тиімді технологиялық шешім ретінде анықталды. Бұл құрылым агрегаттың 5–6 км/сағ жылдамдықпен жұмыс істеуі кезінде топырақты сапалы қопсытып, гидрогельдің біркелкі енгізілуін қамтамасыз етті. Ал қозғалыс жылдамдығы 7 км/сағ-тан жоғары болған жағдайда бірқатар жағымсыз құбылыстар байқалды: қопсыту аймағының шамадан тыс ұлғаюы, ірі топырақ түйірлерінің сыртқа шығарылуы, ылғалдың жоғалуы және кейіннен қосымша топырақ өңдеу қажеттілігі туындады.

Вегетациялық кезең бойы топырақ ылғалдылығы, өсімдік биіктігі, құрғақ биомасса мөлшері және өнімділік көрсеткіштері бақылауға алынды. Далалық тәжірибелердің әдістемесі В.А. Доспехов ұсынған ғылыми ұсыныстарға сәйкес жүргізілді. Зерттеу нәтижелері тәжірибелік саңылау кескіш құрылғының тиімділігін дәлелдеп, гидрогельдің әртүрлі мөлшерлерінің жаздық бидайдың агрономиялық көрсеткіштеріне әсерін бағалауға мүмкіндік берді. Топырақтық зерттеулер Шығыс Қазақстан облысында жүргізілді. Бұл аймақ климаттық және географиялық жағдайларының әртүрлілігімен ерекшеленеді. Өңір аумағында дала және тау бөктері ландшафттары кездеседі, ал негізгі топырақ түрлеріне қара топырақ, қара-қоңыр топырақ және олардың аралық типтері жатады. Тәжірибелік алаң Ұлан ауданындағы «Дружба» ауыл шаруашылығы кәсіпорнының егістік жерінде орналастырылды (1-сурет).



1-сурет – Зерттеу аймағының орналасуы – Шығыс Қазақстан облысы

«Дружба» шаруашылығындағы топырақ шайылған, орташа қарашірікті, орташа саздақты жұқа қара топыраққа жатады. Топырақтың 0–20 см жоғарғы қабатында қарашірік мөлшері 2,78%-ды құрайды, ал ортаның реакциясы әлсіз сілтілі болып, pH көрсеткіші 7,29-ға тең. Қоректік элементтердің мөлшері бойынша азот – 8,23 мг/кг, фосфор – 29,8 мг/кг, калий – 488 мг/кг және күкірт – 9,0 мг/кг деңгейінде анықталды (1-кесте).

Топырақтың орташа саздақты құрылымы оның жақсы агрегаттық құрамын қалыптастырып, ылғалдың тиімді қозғалысын қамтамасыз етеді. А горизонтының су өткізгіштігі 0,67 мм/мин құрады. Жырту қабатындағы көлемдік тығыздықтың төмен болуы (1,03 г/см³) топырақтың шамадан тыс тығыздалмағанын көрсетеді. Топырақ профилі бірнеше қабаттан тұрады: өңделетін қабат (0–24 см), өтпелі горизонт (24–34 см), қоңыр түсті астыңғы қабат (34–60 см) және 150 см-ге дейін созылатын карбонатты тасты қабаттар. Топырақ жоғары агрегаттық тұрақтылықпен, жеткілікті ауа алмасумен және орташа кеуектілікпен (45–55%) сипатталады. Мұндай жағдайлар дәнді дақылдардың өсуіне қолайлы орта қалыптастырады.

1-кесте – Топырақтың сипаттамасы

№	Көрсеткіш	Зерттеу нысаны («Дружба»)
1	Топырақ түрі	Шайылған, орташа қарашірікті, орташа саздақты жұқа қара топырақ
2	Қарашірік, %	2,78 (0–20 см)
3	Азот, мг/кг	8,23 (0–20 см)
4	Фосфор, мг/кг	29,8 (0–20 см)
5	Калий, мг/кг	488 (0–20 см)
6	Күкірт, мг/кг	9,0 (0–20 см)
7	pH	7,29 (0–20 см)
8	Топырақ тереңдігі	0–150 см
9	Механикалық құрамы	Орташа саздақты
10	Су өткізгіштігі	0,67 мм/мин (А горизонты)
11	Топырақ тығыздығы	1,03 г/см³ (жырту қабаты)
12	Кеуектілігі	45–55%

Сонымен қатар, топырақтағы азот мөлшерінің салыстырмалы түрде төмен болуы құнарлылықты сақтау және арттыру мақсатында азотты тыңайтқыштарды қолданудың қажеттілігін көрсетеді.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Гидрогельді қолдану топырақтың су теңгеріміне және бидайдың өсуіне айтарлықтай әсер етті. Бақылау және гидрогель қатар аралықтарға жергілікті енгізілген тәжірибелік нұсқаларды салыстыру барысында елеулі айырмашылықтар анықталды.

Топырақтың жоғарғы 0–20 см қабатында ылғал мөлшерінің бақылау нұсқасымен салыстырғанда 3,6–3,8%-ға төмендеуі байқалды. Бұл құбылыс ылғалдың тереңірек қабаттарға қайта бөлінуімен және топырақ бетінен физикалық буланудың азаюымен түсіндіріледі. Қуаңшылық жылдары гидрогель артық ылғал жоғалуын тежейтін тосқауыл қызметін атқарды. Сонымен қатар, 20–40 см қабатта ылғал мөлшері 3,2–3,6%-ға артқаны анықталды. Бұл аймақ бидайдың негізгі тамыр таралу қабаты болғандықтан, мұндай өзгеріс ерекше маңызды болып табылады. Осы қабаттағы ылғалдың көбеюі өсімдіктерді тұрақты әрі үздіксіз сумен қамтамасыз етіп, тамыр жүйесінің жақсы дамуына және құрғақшылыққа төзімділіктің артуына ықпал етті.Жалпы алғанда, тамыр аймағындағы топырақтың ылғал қоры 8–11%-ға көбейді, ал жоғарғы қабаттардағы ылғал шығыны 3–5%-ға азайды. Мұндай жағдайлар өсімдіктердің өсуі мен дамуына қолайлы орта қалыптастырды. Ылғал динамикасын талдау гидрогельді қолдану өнімділікті төмендетпей-ақ суару аралығын ұлғайтуға мүмкіндік бергенін көрсетті.

Тәжірибелік нәтижелер бұл тұжырымды толық растады: вегетациялық кезеңдегі суару саны екі реттен бір ретке дейін қысқарды, ал жалпы суару мөлшері 1800 м³/га-дан 900 м³/га-ға дейін төмендеді. Бұл тек су ресурстарын үнемдеп қана қоймай, суару жұмыстарына жұмсалатын энергия мен еңбек шығындарын да азайтты. Сонымен қатар, механикалық топырақ өңдеу операцияларының саны екіден бірге дейін қысқарып, өндірістік шығындардың төмендеуіне ықпал етті.

Бидай өсімдіктерінің морфологиялық көрсеткіштерін бақылау барысында гидрогель қолданылған учаскелерде өсімдіктердің қарқындырақ өсетіні анықталды. Мұндай өсімдік-

тердің сабағы биік әрі мықты болып қалыптасып, жапырақ аппараты жақсы дамыды және ыстық күндері солуға азырақ ұшырады. Тәжірибе нұсқаларын салыстырмалы талдау нәтижесінде гидрогельді 20 см тереңдікке 30 кг/га мөлшерінде енгізу ең тиімді нұсқа ретінде танылды. Бұл тәсіл тамыр аймағында ылғалды тиімді сақтап, жоғарғы қабаттардағы ылғал шығынын азайтуға мүмкіндік берді әрі қолдану шығындарын төмен деңгейде сақтады. Ал гидрогель мөлшерін 60 кг/га-ға дейін арттыру немесе оны тереңірек енгізу айтарлықтай қосымша нәтиже берген жоқ. Бұл орташа мөлшер мен енгізу тереңдігінің тиімді екенін дәлелдейді. Осылайша, далалық зерттеулер нәтижелері Шығыс Қазақстан жағдайында биологиялық ыдырайтын гидрогельді 20 см тереңдікке 30 кг/га мөлшерінде қолдану суды үнемдеуге және бидайдың ылғал тапшылығына төзімділігін арттыруға мүмкіндік беретін ең тиімді агротехникалық тәсіл екенін көрсетті.Қазақстанның қуаң далалық аймақтарында жүргізілген зерттеулер гидрогельдердің топырақтың ылғал сақтау қабілетіне, өсімдіктердің өсуіне және «Бәйшешек» бидай сортының өнімділігіне оң әсер ететінін дәлелдеді. Зерттеудің негізгі мақсаты – топырақтағы ылғалдың қолжетімділігін арттырып, өнімділікті ең аз шығынмен жоғарылатуға мүмкіндік беретін гидрогельдің оңтайлы мөлшерін анықтау болды. Шығыс Қазақстан облысындағы айлар бойынша температура мен жауын-шашын мөлшері 2-кестеде көрсетілген.

Топырақ ылғалдылығына әсері. Топырақтың 0–10 см және 10–20 см қабаттарындағы ылғалдылықты талдау гидрогель қолдану нәтижесінде ылғал мөлшерінің тұрақты түрде артқанын көрсетті. Бақылау нұсқасында (гидрогель қолданылмаған жағдайда) жоғарғы топырақ қабатындағы ылғал мөлшері 8,5% болды. Ал гидрогельді 25,0 кг/га мөлшерінде енгізгенде бұл көрсеткіш 8,7%-ға, ал 35,0 кг/га мөлшерінде қолданғанда 10,6%-ға дейін өсті. 10–20 см тереңдікте айырмашылықтар одан да айқын байқалды: бақылау нұсқасында ылғал мөлшері 14,9% болса, 25,0 кг/га гидрогель енгізілгенде 17,5%-ға, ал 35,0 кг/га мөлшерінде 18,5%-ға жетті. Бұл гидрогельдердің топырақ профилінде, әсіресе өсімдік тамырлары негізгі орналасатын қабатта, ылғалды тиімді ұстап тұру қабілетін дәлелдейді.

Топырақтың су ұстау қабілетінің артуы қолданылған гидрогельдердің химиялық құрылымымен байланысты. Олар акрил қышқылы туындылары, полиакрилонитрил және целлюлозалық матрицалар негізінде синтезделіп, құрамына көлденең байланыстырғыш агенттер енгізілді. Бұл компоненттер жоғары ісіну және су сіңіру қабілетіне ие үшөлшемді торлы құрылымдардың түзілуін қамтамасыз етеді. Гидрогельдердің максималды су сіңіру көрсеткіші 1 г құрғақ затқа шаққанда 2618 г суға дейін жетті. Бұл олардың ауыл шаруашылығындағы суперсорбент ретінде үлкен әлеуетке ие екенін көрсетеді (2-сурет).



2-сурет – Гидрогель қолданғаннан кейінгі бидай өсімдігінің биіктігін өлшеу (см)

Топырақтағы ылғал жағдайының жақсаруы бидайдың морфологиялық және өнімдік көрсеткіштеріне оң әсер етті. 25,0 кг/га мөлшеріндегі гидрогель қолданылған нұсқада

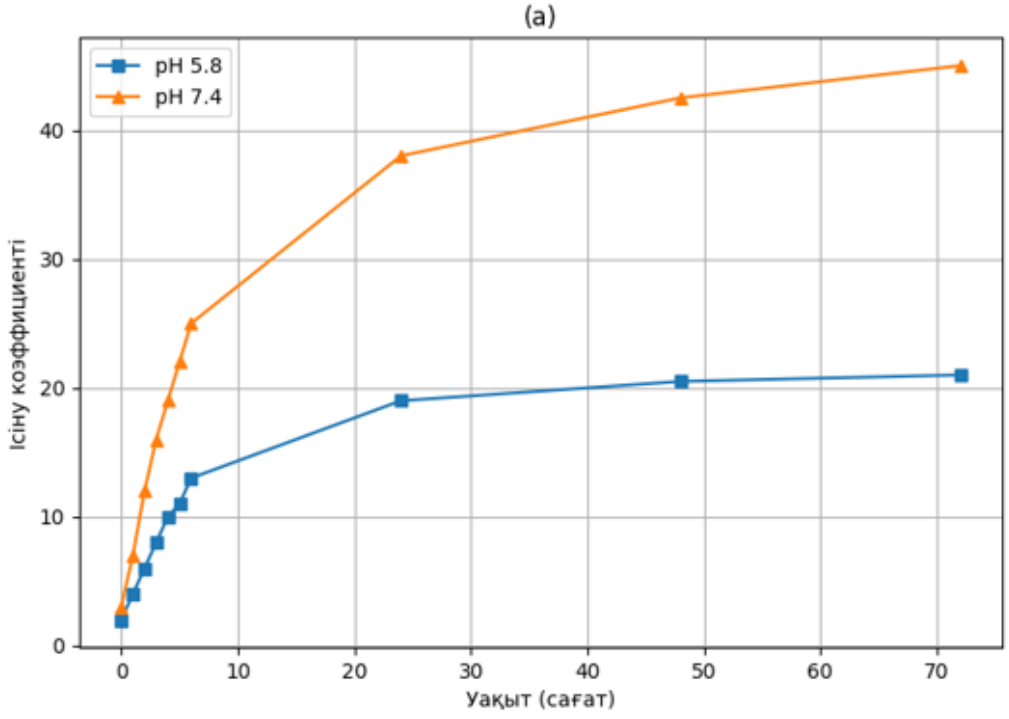
өсімдіктің биіктігі, жер үсті биомассасы және бірлік аумақтағы масақ саны артқаны 4-суретте көрсетілген. Осы нұсқадағы өнімділік 18,7 ц/га құрап, бақылау көрсеткішінен 4,1 ц/га жоғары болды. 35,0 кг/га мөлшерінде де биометриялық көрсеткіштердің жақсаруы байқалды. Алайда өнімнің қосымша өсуі айтарлықтай жоғары болмады, бұл гидрогель мөлшерін арттырудың экономикалық тұрғыдан тиімсіз екенін көрсетті (2-кесте).

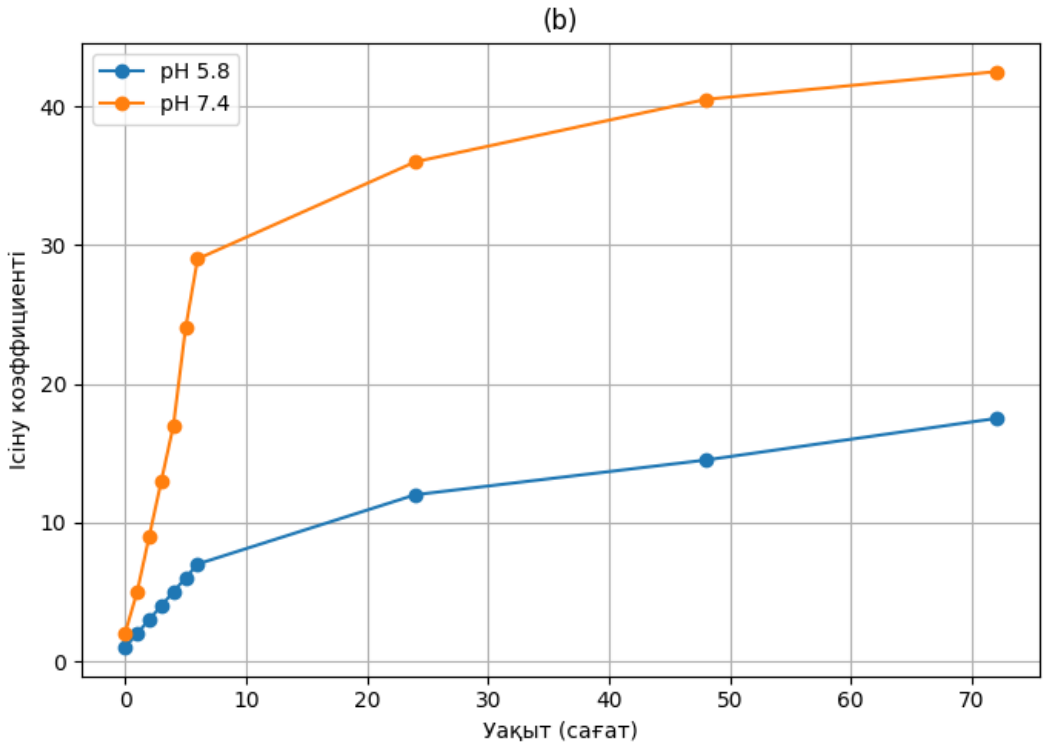
2-кесте – Гидрогель мөлшерінің топырақ ылғалдылығына, өсімдік өсуіне және бидай өнімділігіне әсері (2023–2025 жж.)

№	Көрсеткіш	Бақылау (0 кг/га)	25 кг/га	35 кг/га
1	Топырақ ылғалдылығы 0–10 см (%)	8.5	8.7	10.6
2	Топырақ ылғалдылығы 10–20 см (%)	14.9	17.5	18.5
3	Өсімдіктің орташа биіктігі	бақылаудан төмен	жоғары	одан да жоғары
4	Жер үсті бөлігінің массасы	бақылаудан төмен	жоғары	одан да жоғары
5	Өнімділік (ц/га)	14.6	18.7	18.9
6	Өнімнің артуы (ц/га)	–	4.1	4.3
7	Экономикалық тиімділік	төмен	жоғары	25 кг/га мөлшерінен төмен

Бұл қорытынды агроэкономикалық талдау нәтижелерімен де расталды. 35 кг/га мөлшерінде өсімдіктің өсу көрсеткіштері жоғары болғанымен, шығын мен өнім арақатынасы бойынша 25,0 кг/га мөлшері анағұрлым тиімді болып шықты. Сондықтан Қазақстанның тәлімі егіншілік жағдайында тиімділік пен экономикалық үнемділіктің оңтайлы үйлесімі ретінде дәл осы мөлшер ұсынылады. Гидрогельдердің топырақтағы ісіну коэффициентінің уақытқа байланысты өзгеруі «Дружба» (a) және «Тамерлан» (b) шаруашылықтарында 3-суретте көрсетілген. Зерттеу барысында әртүрлі pH жағдайларындағы топырақ үлгілерінде гидрогельдердің ісіну деңгейі 80 сағат бойы бақыланды. Тәжірибе pH 5,8 (қызыл сызық, ■) және pH 7,4 (жасыл сызық, ▲) жағдайларында жүргізілді.

Екі шаруашылықтың топырағында да гидрогельдер бастапқы кезеңде жылдам ісініп, кейіннен тұрақты деңгейге жеткені байқалды. Сонымен қатар, сілтілі ортада (pH 7,4) гидрогельдердің ісіну қабілеті едәуір жоғары болды. Бұл олардың аздап қышқыл ортаға (pH 5,8) қарағанда су сіңіру және ылғалды сақтау мүмкіндігінің жоғары екенін көрсетті.





3-сурет – «Дружба» (a) және «Тамерлан» (b) шаруашылықтарының топырағындағы гидрогельдердің ісіну коэффициентіне уақыттың әсері

Өсімдіктің өсуіне әсері

4-кестеде көрсетілгендей, гидрогель қолданылған тәжірибелік учаскедегі топырақ ылғалдылығы бақылау учаскесіне қарағанда едәуір жоғары болды ($t = 3.84$; $p = 0.0014$). Тәжірибенің 7, 14 және 30-күндерінде бидайдың өсу қарқыны да айтарлықтай жоғары көрсеткіш көрсетті (тиісінше $p = 0.017$; $p = 0.009$ және $p = 0.005$).

Өсімдіктің орташа биіктігі тәжірибелік учаскеде 34,2 см-ге жетсе, бақылау нұсқасында 28,6 см болды. Сонымен қатар, гидрогельді цеолитпен бірге қолдану өнімділікті 15,2%-ға арттырды ($t = 3.33$; $p = 0.0022$).

3-кесте – Гидрогельдің топырақ ылғалдылығына және өсімдік өсуіне әсері

№	Көрсеткіш	Бақылау учаскесі	Тәжірибелік учаске
1	Гравиметриялық ылғал сақтау қабілеті (%)	80 ± 5	95 ± 3
2	Ылғал бөлу температурасы (°C)	60 ± 2	70 ± 4
3	Тәжірибе камерасының температурасы (°C)	25 ± 2	25 ± 2
4	Топырақ ылғалдылығына әсері (%)	15 ± 3	25 ± 4
5	7 күннен кейінгі бидай өскіндерінің биіктігі (см)	4 ± 1	6 ± 1
6	14 күннен кейінгі бидай өскіндерінің биіктігі (см)	10 ± 2	12 ± 3
7	30 күннен кейінгі бидай өскіндерінің биіктігі (см)	22 ± 3	28 ± 4
8	Өну процесін ынталандыру (өніп шығу уақыты, күн)	10 ± 2	7 ± 1
9	Цеолитті агроминералдармен бірге қолданғандағы тыңайтқыш әсері (өнімге әсері, %)	10 ± 4	25 ± 6

Физиологиялық және биохимиялық аспектілер

Топырақтағы ылғал мөлшерінің артуы өсімдіктердің тамыр жүйесі мен фотосинтездік аппаратының белсенді дамуын ынталандырды. Бұл өз кезегінде өсімдіктің вегетативті және генеративті биомассасының көбеюіне әсер етті. Сонымен қатар, артық ылғал жағдайына тән құбылыс ретінде өсімдік метаболизмінің вегетативті биомассаны көбейту бағытына ауысу

үрдісі байқалды, ал генеративті өнім түзу көрсеткіштері аздап төмендеді. Дегенмен, гидрогельді 25,0 кг/га мөлшерінде қолдану кезінде өсім мен өнімділік арасындағы ең тиімді тепе-теңдікке қол жеткізілді.

Ғылыми және технологиялық маңызы

Алынған нәтижелер суперсорбенттерді пайдалану арқылы топырақтың су балансын реттеуге болатыны жөніндегі теориялық болжамдарды толықтай растады. Зерттеулер әзірленген гидрогельдердің ылғалды сақтап қана қоймай, оны тамыр аймағына біртіндеп бөліп шығара алатынын көрсетті. Бұл өсімдіктер үшін судың қолжетімділігін арттырады.

Сонымен қатар, гидрогельдердің NH_4^+ және NO_3^- иондарына қатысты жоғары сорбциялық қабілеті оларды тыңайтқыштармен біріктіріп қолдануға мүмкіндік береді. Мұндай тәсіл өсімдіктердің қоректік заттарды тиімді игеруін қамтамасыз етеді.

Басқа зерттеу нәтижелері де ескерілді. Мысалы, NO_3^-:NH_4^+ арақатынасының оңтайлы деңгейі (25:75) мен 30 г/м² гидрогель мөлшерін бірге қолдану аскөк дақылының ең жоғары өнімділігін және эфир майының мол түзілуін қамтамасыз еткені анықталды. Бұл гидрогель негізіндегі жүйелердің әмбебап әрі көпсалалы қолдануға жарамды екенін дәлелдейді.

Қорытынды.Қазақстанның қуаң климаттық жағдайында гидрогельдерді қолдану ауыл шаруашылығындағы ең перспективалы су үнемдеу технологияларының бірі болып табылады. Тәжірибелік зерттеулер гидрогельді 25–30 кг/га мөлшерінде қолдану топырақтың ылғал теңгерімін жақсартып, ылғалды ұзақ уақыт сақтауға және булануды азайтуға мүмкіндік беретінін көрсетті. Нәтижесінде өсімдіктердің өсуі мен дамуы едәуір жақсарып, өнімділік артып, тамыр жүйесі күшейді. Бұл дақылдардың құрғақшылыққа және қолайсыз табиғи жағдайларға төзімділігін жоғарылатады.

Осы технологияны енгізу су ресурстарын тиімді пайдалануға, дәстүрлі суару жүйелеріне тәуелділікті азайтуға және суару шығындарын төмендетуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұл Қазақстанның аграрлық секторын тұрақты дамытуға, топырақ құнарлылығын сақтауға және климаттық өзгерістерге бейімделуге жаңа мүмкіндіктер ашады. Зерттеу нәтижелері гидрогельдерді өңірдегі су үнемдеу технологияларының маңызды құрамдас бөлігі ретінде әрі қарай дамыту мен кеңінен енгізудің өзектілігін дәлелдейді.

Жүргізілген зерттеулер Шығыс Қазақстанның суармалы егіншілік жағдайында биологиялық ыдырайтын гидрогельдерді қолдану топырақтың су балансын реттеудің тиімді әрі экологиялық қауіпсіз тәсілі екенін көрсетті. Әзірленген технологияны енгізу топырақ бетінен ылғалдың физикалық булануын 3,6–3,8%-ға дейін төмендетіп, суару суын тиімді пайдалануға мүмкіндік берді. Соның нәтижесінде тамыр аймағындағы ылғал мөлшері 3,2–3,6%-ға артып, өсімдіктердің сумен қамтамасыз етілуі жақсарды.

Суару санының екі есеге жуық қысқаруы технологияның ресурстық тиімділігінің негізгі көрсеткіші болды. Бұл су жеткізу мен суару жүйелерін пайдалану шығындарын айтарлықтай азайтты. Сонымен қатар, гидрогель қолданылған жағдайда топырақтағы ылғал шығыны төрт есеге дейін төмендейтіні анықталды. Бұл ылғалдың ұзақ сақталып, өсімдіктерге біртіндеп берілуін қамтамасыз етеді. Жалпы алғанда, суару суын үнемдеу деңгейі 50%-ға дейін жетті, бұл су ресурстары шектеулі аймақтар үшін аса маңызды нәтиже болып табылады.

Зерттеу нәтижесінде гидрогельді 20 см тереңдікке 30 кг/га мөлшерінде енгізу ең тиімді нұсқа ретінде анықталды. Бұл тәсіл ең аз шығынмен жоғары тиімділікке қол жеткізуге мүмкіндік береді. Сондықтан биологиялық ыдырайтын гидрогельдерді қолдану технологиясы Қазақстандағы су үнемдеу жүйелерін дамыту мен агроландшафттардың тұрақтылығын арттырудың перспективалы бағыты ретінде қарастырылуы мүмкін.

Қаржыландыру. Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және Жоғары Білім Министрлігі қаржыландырған № 393-ПЦФ-24-26 бағдарламасы аясында BR24993129 “Ылғалды сіңіріп, сақтауға және ылғалдың бөлінуін реттеуге қабілетті биологиялық ыдырайтын ыстыққа сезімтал гидрогельді әзірлеу” тақырыбы бойынша жүргізілді.

Әдебиеттер:

[1] **Jayanudin, Retno** SD Lestari, Dhena Ria Barleany, Alia BadraPitaloka, Meri Yulvianti, Purnama Irene Lumbantobing, Zulfan Ek oPrasetyo, Synthesis of polyvinyl alcohol-based polymer hydrogel as water holding in sandy soil using gamma radiation technique and its application for urea loading, Case Studies in Chemical and Environmental Engineering, Volume 9,2024,100634,ISSN 2666-0164, https://doi.org/10.1016/j.cscee.2024.100634.

[2] **Lv, T,** Chen Y, Li N, Liao X, Heng Y, Guo Y, Hu K. A Comprehensive Review of Thermosensitive Hydrogels: Mechanism, Optimization Strategies, and Applications. Gels. 2025;11(7):544. doi: 10.3390/gels11070544.

[3] **Azimov, Abdugani,** Bolysbek Aidarbek, Iztleuov Gani, Ashirbayev Zhandos, Development and Characterization of Novel Biodegradable Hydrogels With Controlled Moisture Release for Smart Packaging Materials**,** Polymer Engineering and Science, https://doi.org/10.1002/pen.70053

[4] **Bolysbek, A.A.,** Azimov, A., Iztleuov, G.M., Djalilov, A.T., Shirinov, S.D. Hydrogel Based On Starch, Acrylamide And Kaoline, Rasayan Journal of ChemistryOpen source preview, 2024, 17(3), pp. 848–854, https://doi.org/10.31788/RJC.2024.1738844

[5] **Ayano, Nakamura,** Natsuko Yamane, Kenji Murakami, Development of smart window with hydroxypropyl cellulose-acrylamide hydrogel: Effect of hydroxypropyl cellulose molecular weight on light scattering property, Optik, Volume 294, 2023, 171464,https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2023.171464.

[6] **Jing, Li,** Yong Zhang, Shuo Wang, YihangHou, Haichen Yao, JiaziHou, Chia seed polysaccharide modified nanofiber-based hydrogel with high transmittance and high haze for multifunctional light management, International Journal of Biological Macromolecules, Volume 312, 2025, 144080, ISSN 0141-8130, https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.144080.

[7] **Zhiyu, Dai**, JingyuanJie, Junfu Li, JinchunXie, Yongjun Men, Accelerated rapeseed germination and robust root growth facilitated by porous carbon within gellan gum hydrogel beads, International Journal of Biological Macromolecules, Volume 305, Part 2, 2025, 141337, https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.141337.

[8] **Timoshenko, V.V** Improvement of sowing technology through the use of a developed machine for introducing enriched hydrogel into the soil // Specialty 05.20.01 - Technologies and means of mechanization of agriculture/Abstract of the dissertation for the degree of candidate of technical sciences. Volgograd.: 2016.- 20 p.

[9**] Kavitha, Lakavath**, Chandan Kafley, Reshmi A. Sukumaran, Deivasigamani Umadevi, Yugender Goud Kotagiri, Advanced molecularly imprinted polymer-based electrochemical nanosensor for the sensitive detection of atrazine in agricultural fields, Journal of Environmental Chemical Engineering, Volume 13, Issue 5,2025,117673,ISSN 2213-3437, https://doi.org/10.1016/j.jece.2025.117673

[10] **Hichem, Moulahoum,** Derya Nil Kisin, Didem RemziyeFidan, Sude Yilmaz, Faezeh Ghorbanizamani, Molecularly Imprinted Polymers in Soft and Flexible Surfaces for Biomedical Applications, Sensors and Actuators A: Physical,2025,117043,ISSN 0924-4247, https://doi.org/10.1016/j.sna.2025.117043.

[11] **Xinbin, Zhang,** Xinyuan Kan, Yuechan Xie, Yixuan Wang, Zhuomin Li, Xueran Lun, Ying Zhao, Shaohua Zhang, Nan Wu, Wenlong Xu, Hydrogels enabled smart agriculture: Preparation, properties, applications, and future prospects, Industrial Crops and Products, Volume 235,2025,121804, https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.121804.

[12] **Huifang, Zheng,** Peipei Mei, Wending Wang, Yulong Yin, Haojie Li, Mengyao Zheng, Xingqi Ou, Zhenling Cui, Effects of super absorbent polymer on crop yield, water productivity and soil properties: A global meta-analysis, Agricultural Water Management, Volume 282, 2023, 108290, https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108290.

[13] **M. Khatouri,** R. Ahfir, L. Talha, A. Arbia, Z. Basbassi, R. Elhajjam, S. El Khaoui, M. Naji, H. Lemziouka, M. Filali, Molecular dynamics investigation of oil/water microemulsions with telechelic polymer: Interaction properties and sol/gel transitions, Journal of Molecular Liquids, Volume 428.2025.127565, https://doi.org/10.1016/j.molliq.2025.127565.

[14] **Jiehui, Ye,** Rosazlin Abdullah, Tau Chuan Ling, Synthesis of carboxy methyl cellulose-based superabsorbent hydrogel-biochar composite as an eco-friendly water retention agent for soil moisture management, International Journal of Biological Macromolecules, Volume 322, Part 1, 2025, 146593, https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.146593.

[15] **Haotian, Ding,** Xueyu Geng, Water retention characteristics and mechanical properties of vegetated biopolymer and biochar-reinforced sandy loam, Canadian Geotechnical Journal, 2025,

https://doi.org/10.1139/cgj-2024-0180

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОРАЗЛАГАЕМОГО ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ГИДРОГЕЛЯ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЫСВОБОЖДЕНИЯ ВЛАГИ В ПОЧВАХ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

Азимов А.М.[1], PhD
Изтлеуов Г.М.[1]*, кандидат химических наук
Ертаева Ж.Т.[2], PhD
Болысбек А.А.[1], кандидат технических наук

[1]Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан
[2]Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан

Аннотация. В условиях современных климатических изменений и учащения засух одной из основных проблем, стоящих перед агропромышленным комплексом, является эффективное использование водных ресурсов. Цель данного исследования — экспериментально оценить влияние количества гидрогеля, вносимого в почву, на влагоудерживающую способность почвы, рост растений и урожайность пшеницы в засушливых районах Восточного Казахстана. В работе рассмотрены возможности применения гидрогелей в качестве водосберегающей технологии, направленной на повышение урожайности сельскохозяйственных культур в сухих климатических условиях Казахстана. В результате полевых и лабораторных исследований установлено, что применение гидрогелей в количестве 25–30 кг/га улучшает влажностный режим почвы, способствует развитию корневой системы растений и повышает устойчивость к стрессу, вызванному засухой. Оптимальное количество гидрогеля позволяет значительно увеличить объем урожая и снизить расход воды. Это имеет особое значение для устойчивого развития агропромышленной отрасли региона. Результаты исследования показали, что разработанные гидрогели не только удерживают влагу, но и постепенно высвобождают её в зоне расположения корней растений. Благодаря этому повышается доступность воды для растений. Внедрение разработанной технологии позволило снизить физическое испарение влаги с поверхности почвы до 3,6–3,8% и повысить эффективность использования оросительной воды. В результате содержание влаги в корневой зоне увеличилось на 3,2–3,6%, что способствовало улучшению водообеспечения растений. В целом уровень экономии оросительной воды достигал 50%, что является особенно важным результатом для регионов с ограниченными водными ресурсами. Это доказывает, что системы на основе гидрогелей являются универсальной и эффективной технологией для применения в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: гидрогель, биоразлагаемый, сохранение влаги, термочувствительный, орошаемое земледелие, Восточный Казахстан

STUDY OF A BIODEGRADABLE THERMOSENSITIVE HYDROGEL FOR REGULATING MOISTURE RELEASE IN THE SOILS OF EASTERN KAZAKHSTAN

AzimovA.M.[1], PhD
Iztleuov G.M.[1]*,Candidate of Chemical Sciences
Yertayeva Zh.T.[2], PhD
Bolysbek A.A.[1], Candidate of Technical Sciences

[1] M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
[2]Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan

Annotation. In the context of current climate change and the increasing frequency of droughts, one of the main challenges facing the agro-industrial sector is the efficient use of water resources. The aim of this study was to experimentally evaluate the effect of the amount of hydrogel applied to the soil on the soil's

water-retention capacity, plant growth, and spring wheat yield in arid regions of Eastern Kazakhstan. This study examined the potential of using hydrogels as a water-saving technology aimed at increasing the productivity of agricultural crops under the dry climatic conditions of Kazakhstan. Field and laboratory studies demonstrated that the application of hydrogels at a rate of 25–30 kg/ha improved the soil moisture regime, enhanced the development of the plant root system, and increased resistance to drought stress. The optimal hydrogel application rate made it possible to significantly increase crop yield while reducing water consumption. This is particularly important for the sustainable development of the agro-industrial sector in the region. The research results showed that the developed hydrogels not only retain moisture but also gradually release it in the zone where plant roots are located. As a result, water availability to plants increases. The implementation of the developed technology reduced physical evaporation of moisture from the soil surface to 3.6–3.8%, thereby improving the efficiency of irrigation water use. Consequently, the moisture content in the root zone increased by 3.2–3.6%, which improved the water supply of plants. Overall, the level of irrigation water savings reached up to 50%, which is a particularly important result for regions with limited water resources. This demonstrates that hydrogel-based systems are a versatile and effective technology for agricultural applications.

Keywords: hydrogel, biodegradable, moisture conservation, thermosensitive, irrigated agriculture, Eastern Kazakhstan.

ҒТАМР 68.35.29 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.348

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ЖАҒДАЙЫНДА КӨПЖЫЛДЫҚ МАЛАЗЫҚТЫҚ ШӨПТЕРДІҢ АЛҒАШҚЫ ЖЫЛҒЫ ҚАЛЫПТАСУЫНА ТҰҚЫМДЫ МИНЕРАЛДЫҚ ӨҢДЕУДІҢ ӘСЕРІ

Байтеленова А.А.*[1], ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор
a.baitelenova@kazatu.edu.kz, https://orcid.org/0000-0003-0774-4750,
Курбанбаев А.И.[2], PhD, зертхана меңгерушісі
almaskurbanbaev@mail.ru, https://orcid.org/0000-0003-3976-6970
Байдалина С.Е.[3], PhD, қауымдастырылған профессор,
e-mail: turlubekova_salt@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-9755-7195
Аминова Д.Б.[3], ғылыми қызметкер
e-mail: mametov.2022@bk.ru, https://orcid.org/0009-0006-9974-7930
Жаров Р.Ж.[3], «Агрономия» білім беру бағдарламасының 1 курс докторанты
russ.87_90@mail.ru https://orcid.org/0009-0004-6227-2789

[1]С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қ., Қазақстан
[2]«А.И.Бараев атындағы астық шаруашылығының ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС Шортанды ауданы, Акмола обл., Қазақстан
[3]Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау қ., Қазақстан

Андатпа. Климаттың өзгеруі жағдайында көпжылдық малазықтық шөптердің тұрақты әрі өнімді агроценоздарын қалыптастыру тиімді агротехнологиялық тәсілдерді әзірлеуді талап етеді. Осыған байланысты зерттеудің мақсаты Солтүстік Қазақстанның құрғақ континенттік климат жағдайында тұқымды минералдық өңдеудің көпжылдық малазықтық шөптердің тіршілігінің алғашқы жылындағы қалыптасуына әсерін бағалау болды. Далалық тәжірибелер 2025 жылы Ақмола облысындағы «Zhaksylyk AGRO» ЖШС базасында жүргізілді. Зерттеу объектілері ретінде жоңышқа (Medicago sativa L.), қылтықсыз арпабас (Bromus inermis Leyss.) және эспарцет (Onobrychis arenaria Kit.) таза және аралас егістерде зерттелді. Тұқымдар себу алдында $NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3 ерітіндісімен өңделді. Зерттеу барысында танаптық өнгіштік, өсімдіктердің сақталуы, фенологиялық даму кезеңдері, морфологиялық көрсеткіштері, жасыл және құрғақ биомасса өнімділігі анықталды. Минералдық өңдеу танаптық өнгіштікті 2–4%, өсімдіктердің сақталуын 1–4% арттырып, фенологиялық кезеңдердің басталуын 1–3 тәулікке жеделдетті. Сонымен қатар өсімдіктердің биіктігі мен жапырақтануы жақсарып, ең жоғары жасыл және құрғақ биомасса өнімділігі қылтықсыз арпабастың таза егісінде (5,6 және 1,61 т/га), ал аралас егістер ішінде қылтықсыз арпабас пен жоңышқаның (50:50) қоспасында (4,8 және 1,44 т/га) қалыптасты. Корреляциялық талдау жасыл және құрғақ биомасса өнімділігі арасында өте жоғары оң байланыс бар екенін көрсетті (r = 0,95). Алынған нәтижелер тұқымды минералдық өңдеу көпжылдық малазықтық шөптердің алғашқы жылғы қалыптасуын жақсартып, олардың өнімділігін арттырудың тиімді агротехникалық тәсілі екенін көрсетті.

Тірек сөздер: көпжылдық малазықтық шөптер, минералдық өңдеу, танаптық өнгіштік, биомасса өнімділігі, Солтүстік Қазақстан.

Кіріспе. Климаттың жаһандық өзгеруі мен табиғи ресурстарға түсетін антропогендік жүктеменің артуы ауыл шаруашылығы өндірісінің тұрақтылығын қамтамасыз етудің жаңа тәсілдерін іздестіруді талап етуде [1-4]. Әсіресе қуаң және күрт континенттік климат жағдайында өсірілетін көпжылдық шөптердің алғашқы жылғы қалыптасуы олардың кейінгі жылдардағы өнімділігі мен ұзақ мерзімді пайдалану тиімділігін айқындайтын негізгі кезең болып саналады. Сондықтан алғашқы вегетациялық кезеңде өсімдіктердің танаптық өнгіштігін, қоршаған ортаның қолайсыз факторларына бейімделу қабілетін және тұрақты агроценоз қалыптастыру мүмкіндігін арттыру қазіргі малазықтық өндірістің өзекті ғылыми әрі практикалық міндеттерінің бірі болып табылады.

Қазақстанның солтүстік өңірлері республикадағы негізгі астық өндірісі шоғырланған аймақ болып табылады. Ұлттық статистика бюросының мәліметтері бойынша, 2025 жылы

еліміздегі дәнді және дәнді-бұршақты дақылдардың егіс алқабы 16,1 млн гектардан асты және жалпы егіс құрылымының шамамен 69%-ын құрады. Алайда егіншілік бағытындағы мұндай мамандануға қарамастан, өңірде мал шаруашылығының тұрақты дамуы жоғары сапалы және тұрақты жемшөп қорын қалыптастыруды талап етеді. Осыған байланысты көпжылдық малазықтық шөптердің өнімділігі мен агроценоз тұрақтылығын арттыруға бағытталған ғылыми негізделген агротехнологияларды жетілдіру ерекше өзектілікке ие [2,5].

Осындай агроэкологиялық жағдайда көпжылдық бұршақ және астық тұқымдас шөптерді ұтымды үйлестіріп өсіру тұрақты әрі сапалы мал азығын өндірудің тиімді бағыттарының бірі болып саналады. Әртүрлі биологиялық ерекшеліктері бар түрлерді бір агроценозда пайдалану ылғал мен қоректік заттарды тиімді игеруге, фитоценоздың тұрақтылығын арттыруға және жемшөптің қоректік құндылығын жақсартуға мүмкіндік береді [6-11]. Осы тұрғыдан алғанда жоңышқа (Medicago sativa L.), қылтықсыз арпабас (Bromus inermis Leyss.) және эспарцет (Onobrychis arenaria Kit.) Солтүстік Қазақстан жағдайында кеңінен қолданылатын әрі бірін-бірі агробиологиялық тұрғыдан толықтыратын көпжылдық малазықтық дақылдардың қатарына жатады. Жоңышқа атмосфералық азотты биологиялық байланыстыру қабілеті мен жоғары ақуыз мөлшерінің арқасында мал азығының сапасын арттырса, қылтықсыз арпабас қуатты тамырсабақ жүйесін қалыптастырып, егістіктің ұзақ мерзімді өнімділігі мен тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Ал эспарцет қолайсыз орта жағдайларына бейімділігімен, құрғақшылыққа салыстырмалы төзімділігімен және жоғары азықтық құндылығымен ерекшеленіп, аралас егістердің биологиялық әртүрлілігі мен өнім қалыптастыру әлеуетін күшейтетін маңызды компоненттердің бірі болып табылады. Сондықтан аталған дақылдардың бастапқы қалыптасуын жақсартуға бағытталған агротехнологиялық тәсілдердің тиімділігін ғылыми тұрғыдан бағалау тұрақты әрі жоғары өнімді малазықтық агроценоздарды қалыптастырудың маңызды алғышарттарының бірі болып табылады. Дегенмен, аталған дақылдардың жоғары биологиялық әлеуетіне қарамастан, олардың өнімді агроценоз қалыптастыруы ең алдымен өсімдіктердің тіршілігінің алғашқы жылындағы сәтті қалыптасуына тәуелді. Дәл осы кезеңде тұқымдардың танаптық өнгіштігіне, өскіндердің өміршеңдігіне және бастапқы өсу қарқынына топырақтағы ылғал қоры, температуралық режим, топырақтың физикалық қасиеттері мен қоректік элементтердің қолжетімділігі сияқты көптеген факторлар бір мезгілде әсер етеді. Қолайсыз агрометеорологиялық жағдайларда өсімдіктердің сирек көктеуі, әлсіз тамыр жүйесінің қалыптасуы және өскіндердің бір бөлігінің жойылуы көпжылдық шөптердің кейінгі жылдардағы өнімділігіне теріс ықпал етіп, егістіктің пайдалану мерзімін қысқартады [12]. Сондықтан өсімдіктердің бастапқы өсу кезеңін оңтайландыруға бағытталған агротехникалық тәсілдерді жетілдіру көпжылдық малазықтық дақылдарды өсіру технологиясының маңызды құрамдас бөлігі болып табылады.

Соңғы жылдары тұқымды себу алдындағы өңдеу өсімдіктердің бастапқы өсу кезеңін оңтайландырудың тиімді агротехнологиялық тәсілдерінің бірі ретінде қарастырылуда. Көптеген зерттеулер минералдық тұздар ерітінділерімен жүргізілетін прайминг тұқымның физиологиялық белсенділігін арттырып, су сіңіру қарқындылығын реттеу арқылы өну энергиясын жоғарылататынын көрсетеді. Нәтижесінде ферменттік жүйелердің белсенділігі күшейіп, алғашқы тамырлардың қалыптасуы жеделдейді, бұл әсіресе топырақ ылғалы жеткіліксіз жағдайларда өсімдіктердің бастапқы дамуына қолайлы әсер етеді. Сонымен қатар мұндай өңдеу жасушалардағы зат алмасу үдерістерін белсендіру арқылы өскіндердің абиотикалық стресс факторларына төзімділігін арттыратыны жөнінде көптеген ғылыми еңбектерде баяндалған [13].

Минералдық праймингпен қатар соңғы жылдары өсімдіктердің физиологиялық белсенділігін арттыруға бағытталған әртүрлі биологиялық белсенді препараттар мен өсуді реттегіштерді қолдануға ерекше назар аударылуда. Олардың құрамындағы аминқышқылдар, гуминдік және фульвоқышқылдар, фитогормондар, микроэлементтер мен басқа да биологиялық белсенді қосылыстар тұқымның өнуін жеделдетіп қана қоймай, өсімдіктердің морфогенезіне, фотосинтетикалық аппараттың қалыптасуына және қоректік элементтердің

тиімді игерілуіне оң ықпал етеді. Әртүрлі дақылдарда жүргізілген зерттеулер мұндай препараттардың өсімдіктердің биіктігін, жапырақ бетінің ауданын, құрғақ зат жинақталуын және өнімділігін арттыруға мүмкіндік беретінін көрсеткенімен, олардың тиімділігі препараттың құрамына, қолдану тәсіліне, өсімдік түріне және нақты топырақ-климат жағдайына байланысты айтарлықтай өзгеретіндігі де атап өтіледі [14,15]. Сонымен бірге әртүрлі зерттеулерде тұқымды себу алдындағы өңдеудің тиімділігі жөнінде біркелкі қорытынды қалыптаспаған [16-19]. Кейбір авторлар өнімділіктің едәуір артқанын көрсетсе, басқа зерттеулерде мұндай әсердің әлсіз немесе тұрақсыз екендігі байқалған. Бұл айырмашылықтар препараттардың құрамымен ғана емес, топырақ-климат жағдайларының, өсімдік түрінің және агротехнологияның ерекшеліктерімен де түсіндіріледі.

Әдебиеттерді талдау көрсеткендей, тұқымды минералдық өңдеу мен өсуді реттегіштердің тиімділігі жөніндегі зерттеулердің басым бөлігі жеке малазықтық немесе егіншілік дақылдарына арналған және көбіне белгілі бір препараттың әсерін бағалаумен шектеледі. Сонымен қатар таза және аралас егістер жағдайында алынған нәтижелерді өзара салыстыруға бағытталған кешенді зерттеулердің саны да шектеулі. Сонымен қатар көптеген тәжірибелер зертханалық жағдайда немесе ылғалмен жеткілікті қамтамасыз етілген өңірлерде жүргізілгендіктен, алынған нәтижелерді Солтүстік Қазақстанның құрғақ континенттік климат жағдайына тікелей бейімдеу әрдайым мүмкін емес. Бұдан басқа, жоңышқа, қылтықсыз арпабас және эспарцеттен құралған таза және аралас егістерде минералдық тұқым өңдеудің өсімдіктердің алғашқы жылғы қалыптасуына кешенді ықпалын салыстырмалы бағалауға арналған зерттеулер жеткіліксіз [20, 8-11].

Осыған байланысты Солтүстік Қазақстанның құрғақ континенттік климат жағдайында көпжылдық малазықтық шөптердің таза және аралас егістерінде тұқымды минералдық өңдеу мен өсуді реттегіштердің тиімділігін кешенді бағалау ғылыми әрі практикалық тұрғыдан өзекті мәселе болып табылады.

Зерттеудің мақсаты – Солтүстік Қазақстанның құрғақ континенттік климат жағдайында көпжылдық малазықтық шөптердің таза және аралас егістерінде тұқымды минералдық өңдеу мен өсуді реттегіштердің өсімдіктердің алғашқы жылғы қалыптасуына, танаптық өнгіштігіне, фенологиялық дамуына, морфологиялық көрсеткіштеріне, жасыл және құрғақ биомасса өнімділігіне әсерін кешенді бағалау.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Зерттеу 2025 жылы Ақмола облысы, Зеренді ауданы, Приречное ауылы аумағында (53°08′30″ с.е., 69°03′15″ ш.б.) орналасқан «Zhaksylyk AGRO» ЖШС базасында жүргізілді. Зерттеу объектісі ретінде Солтүстік Қазақстан жағдайында мал азығы өндірісінде кеңінен қолданылатын көпжылдық шөптер – жоңышқа (Medicago sativa L.), қылтықсыз арпабас (Bromus inermis Leyss.) және эспарцет (Onobrychis arenaria Kit.) алынды. Дақылдар таза және әртүрлі құрамдағы аралас егістерде өсірілді.

Зерттеу екі эксперименттік тәжірибеден тұрды. Тәжірибеде тұқымды минералдық өңдеудің ($NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3) көпжылдық шөптердің танаптық өнгіштігіне, алғашқы жылғы қалыптасуына және өнімділігіне әсері бағаланды. Барлық тәжірибелер үш қайталымда жүргізіліп, мөлдектер жүйелі орналастыру әдісімен орналастырылды. Топырақты дайындау, себу және егістікті күтіп-баптау жұмыстары Солтүстік Қазақстан жағдайына ұсынылған агротехнологияға сәйкес орындалды.

Себу алдында көпжылдық малазықтық шөптердің тұқымдары аммоний дигидрофосфаты ($NH_4H_2PO_4$) және аммоний нитраты (NH_4NO_3) негізіндегі минералдық ерітіндімен өңделді. Жұмыс ерітіндісін дайындау үшін $NH_4H_2PO_4$ 0,50 г/л және NH_4NO_3 0,48 г/л концентрациясында қолданылды, бұл компоненттердің шамамен 1:1 массалық арақатынасына сәйкес келді. Тұқымдар дайындалған ерітіндіде 4 сағат бойы тұқым массасы мен ерітінді көлемінің 1:1 (кг:л) қатынасында өңделді. Өңдеуден кейін тұқымдар бөлме температурасында сусымалы күйге дейін кептіріліп, сол күні себуге пайдаланылды. Бақылау нұсқасындағы тұқымдар минералдық ерітіндімен өңделген жоқ. $NH_4H_2PO_4$ және NH_4NO_3 зерттеуде өсімдіктерді вегетация кезеңінде үстеп қоректендіру үшін емес, тек тұқымды себу алдындағы минералдық өңдеу компоненттері ретінде қолданылды.

Танаптық өнгіштік толық көктеу кезеңінде, өсімдіктердің сақталуы вегетация кезеңінің соңында анықталды. Фенологиялық бақылаулар Мемлекеттік сорт сынау әдістемесі бойынша жүргізілді. Өсімдіктердің биіктігі, жапырақтануы, жасыл және құрғақ биомасса өнімділігі жалпы қабылданған әдістемелерге сәйкес бағаланды. Құрғақ заттың мөлшері үлгілерді 105 °C температурада тұрақты массаға дейін кептіру арқылы анықталды. Эксперименттік деректер дисперсиялық талдау (ANOVA) әдісімен өңделіп, орташа мәндердің айырмашылығы $ECP_{0.05}$ ($LSD_{0.05}$) критерийі бойынша бағаланды. Статистикалық өңдеу Microsoft Excel және IBM SPSS Statistics бағдарламаларында жүргізілді, айырмашылықтар $p < 0,05$ деңгейінде мәнді деп қабылданды.

Нәтижелер және талқылау. Тұқымды себу алдындағы минералдық өңдеу көпжылдық малазықтық шөптердің танаптық өнгіштігі мен өсімдіктердің алғашқы жылғы сақталуына әртүрлі деңгейде әсер етті (1-кесте). Жалпы алғанда, $NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3 ерітіндісімен өңделген нұсқаларда көптеген шөп қоспаларында танаптық өнгіштіктің жоғарылауы байқалды. Ең жоғары танаптық өнгіштік жоңышқаның таза егісінде тіркеліп, бақылау нұсқасында 85%, ал минералдық өңдеуден кейін 87% болды. Қылтықсыз арпабастың таза егісінде бұл көрсеткіш 78%-дан 81%-ға дейін артты. Аралас егістер ішінде қылтықсыз арпабас пен жоңышқаның (50:50) қоспасы ең жоғары танаптық өнгіштікті қалыптастырып, бақылауда 84%, минералдық өңдеуден кейін 79% көрсетті. Қылтықсыз арпабас пен эспарцеттен (50:50) құралған қоспада танаптық өнгіштік тиісінше 80 және 79% болса, үш компонентті қоспада бұл көрсеткіш 73–75% аралығында болды.

1-кесте – Әртүрлі дақылдар арақатынасы және өңдеу нұсқалары жағдайындағы көпжылдық шөп тұқымдарының танаптық өнгіштігі және өсімдіктердің сақталуы

Шөп /шөп қоспасының құрамы	Тұқымды себу алдындағы өңдеу	Танаптық өнгіштігі		Сақталуы	
		Өсімдік саны, дана/м²	%	Өсімдік саны, дана/м²	%
Қылтықсыз арпабас (100%)	Бақылау	669	78	508	76
	$NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3	694	81	555	80
Жоңышқа (100%)	Бақылау	458	85	316	69
	$NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3	468	87	328	70
Қылтықсыз арпабас (50%) + жоңышқа (50%)	Бақылау	576	84	425	73
	$NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3	540	79	410	75
Қылтықсыз арпабас (50%) + эспарцет (50%)	Бақылау	422	80	307	72
	$NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3	435	79	331	76
Қылтықсыз арпабас (33%) + жоңышқа (33%) + эспарцет (33%)	Бақылау	434	73	306	71
	$NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3	420	75	307	73

Өсімдіктердің вегетация кезеңінің соңына дейін сақталуы да шөп қоспасының құрамына байланысты өзгерді. Ең жоғары сақталу қылтықсыз арпабастың таза егісінде анықталып, бақылауда 76%, минералдық өңдеуден кейін 80% болды. Жоңышқаның таза егісінде сақталу деңгейі 69–70% аралығында қалыптасты. Аралас егістер арасында қылтықсыз арпабас пен эспарцеттің (50:50) қоспасында минералдық өңдеу сақталуды 72%-дан 76%-ға дейін арттырды, ал қылтықсыз арпабас, жоңышқа және эспарцеттен құралған үш компонентті қоспада бұл көрсеткіш 71%-дан 73%-ға дейін жоғарылады. Қылтықсыз арпабас пен жоңышқаның (50:50) қоспасында сақталу деңгейі 73%-дан 75%-ға дейін өсті.

Жалпы алғанда, тұқымды минералдық өңдеу көпжылдық шөптердің алғашқы жылғы қалыптасуына оң әсер етті. Әсердің айқын байқалуы әсіресе таза егістерде және қылтықсыз арпабас қатысқан шөп қоспаларында анықталды. Бұл минералдық өңдеудің тұқымның

бастапқы физиологиялық белсенділігін күшейтіп, өскіндердің қалыптасуын жақсартуымен және өсімдіктердің қолайсыз орта жағдайларына төзімділігін арттыруымен түсіндіріледі. Алынған нәтижелер тұқымды себу алдындағы минералдық өңдеудің көпжылдық малазықтық дақылдардың бастапқы өсуін жақсартып, өсімдіктердің сақталуын арттыратыны туралы басқа зерттеулердің қорытындыларымен сәйкес келеді [14, 15, 20].

Тұқымды минералдық өңдеудің көпжылдық шөптердің фенологиялық дамуына әсері

Фенологиялық бақылаулар тұқымды себу алдындағы минералдық өңдеудің көпжылдық малазықтық шөптердің даму қарқынына белгілі бір дәрежеде ықпал еткенін көрсетті (2-кесте). Зерттеу нәтижелері бойынша тұқымдардың көктеу мерзімі тәжірибе нұсқалары арасында айтарлықтай айырмашылық көрсетпеді. Қылтықсыз арпабас барлық нұсқаларда 16 мамырда, ал жоңышқа 17 мамырда көктеді. Бұл кезеңде өсімдіктердің өнуіне минералдық өңдеуден гөрі топырақтағы ылғал қоры мен температуралық жағдайлардың басым әсер еткенін көрсетеді. Сонымен қатар минералдық өңдеу өсімдіктердің кейінгі морфогенез кезеңдерінің басталуын жеделдетті. Қылтықсыз арпабастың таза егісінде түптену кезеңі бақылаумен салыстырғанда бір тәулікке, түтікке шығуы екі тәулікке, ал масақтану мен гүлденудің басталуы 2–3 тәулікке ертерек байқалды. Ұқсас үрдіс қылтықсыз арпабас басым болған аралас егістерде де анықталды. Мәселен, қылтықсыз арпабас пен жоңышқаның (50:50) қоспасында минералдық өңдеу түтікке шығу кезеңін 25 маусымнан 23 маусымға, масақтануды 10 шілдеден 8 шілдеге, ал гүлденудің басталуын 24 шілдеден 21 шілдеге жылжытты. Қылтықсыз арпабас пен эспарцеттен құралған қоспада да осыған ұқсас заңдылық байқалып, генеративті кезеңдердің басталуы бақылау нұсқасымен салыстырғанда 2–3 тәулікке ертерек өтті.

2-кесте – Тұқымды минералдық өңдеудің көпжылдық шөптердің фенологиялық дамуына әсері

Шөп /шөп қоспасының құрамы	Тұқымды себу алдындағы өңдеу	Өсімдіктің өсіп-даму кезеңдері, күндер				
		Көктеу	Тармақтану /түптену	Түтікке шығу	Бүршіктену /масақтану	Гүлденудің басталуы
Қылтықсыз арпабас (100%)	Бақылау	16 мамыр	29 мамыр	24 маусым	9 шілде	23 шілде
	$NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3	16 мамыр	28 мамыр	22 маусым	7 шілде	20 шілде
Жоңышқа (100%)	Бақылау	17 мамыр	9 маусым	–	19 шілде	1 тамыз
	$NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3	17 мамыр	8 маусым	–	18 шілде	30 шілде
Қылтықсыз арпабас(50%) + жоңышқа (50%)	Бақылау	16 мамыр	30 мамыр	25 маусым	10 шілде	24 шілде
	$NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3	16 мамыр	28 мамыр	23 маусым	8 шілде	21 шілде
Қылтықсыз арпабас(50%) + эспарцет (50%)	Бақылау	16 мамыр	29 мамыр	24 маусым	9 шілде	22 шілде
	$NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3	16 мамыр	28 мамыр	22 маусым	7 шілде	20 шілде
Қылтықсыз арпабас(33%) + жоңышқа (33%) + эс-парцет (33%)	Бақылау	16 мамыр	30 мамыр	25 маусым	10 шілде	24 шілде
	$NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3	16 мамыр	29 мамыр	23 маусым	8 шілде	21 шілде

Жоңышқада минералдық өңдеудің әсері негізінен тармақтану және генеративті даму кезеңдерінде байқалды. Өңделген тұқымдардан қалыптасқан өсімдіктерде тармақтану бір тәулікке, бүршіктену бір тәулікке, ал гүлденудің басталуы екі тәулікке ертерек тіркелді. Үш компонентті шөп қоспасында да осыған ұқсас үрдіс сақталып, минералдық өңдеу түтікке

шығу, масақтану және гүлдену кезеңдерінің 1–3 тәулікке жеделдеуіне ықпал етті.

Жалпы алғанда, $NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3 ерітіндісімен тұқымды себу алдындағы өңдеу көпжылдық шөптердің көктеу мерзіміне айтарлықтай әсер етпегенімен, кейінгі фенологиялық кезеңдердің өту қарқынын жеделдетті. Әсіресе генеративті мүшелердің қалыптасуы мен гүлденудің ертерек басталуы өсімдіктердің бастапқы кезеңде қоректік элементтермен жақсы қамтамасыз етіліп, физиологиялық белсенділігінің жоғарылағанын көрсетеді. Мұндай құбылыс минералдық праймингтің тұқымдағы метаболизмдік үдерістерді белсендіруі, ферменттік жүйелердің жұмысын күшейтуі және алғашқы тамыр жүйесінің жылдам қалыптасуы нәтижесінде өсімдіктердің вегетативті массаны қарқынды жинақтауымен түсіндіріледі. Осыған ұқсас нәтижелерді Paparella, Pereira және Baidalina өз зерттеулерінде келтіріп, тұқымды себу алдындағы минералдық өңдеудің өсімдіктердің бастапқы өсуін жеделдетіп, кейінгі фенологиялық кезеңдердің ертерек басталуына қолайлы жағдай жасайтынын атап өткен.

Тұқымды минералдық өңдеудің көпжылдық шөптердің морфологиялық көрсеткіштеріне әсері

Көпжылдық малазықтық шөптердің биіктігі мен жапырақтануы өсімдіктердің алғашқы жылғы қалыптасу деңгейін және кейінгі өнімділік әлеуетін сипаттайтын маңызды морфологиялық көрсеткіштердің бірі болып табылады. Зерттеу нәтижелері тұқымды себу алдындағы $NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3 ерітіндісімен өңдеу көпшілік тәжірибе нұсқаларында өсімдіктердің биіктігі мен жапырақтану дәрежесінің артуына оң әсер еткенін көрсетті (4-кесте). Таза егістер ішінде минералдық өңдеудің ең жоғары тиімділігі қылтықсыз арпабаста байқалды. Өсімдік биіктігі бақылаудағы 41 см-ден 45 см-ге, ал жапырақтануы 40%-дан 43%-ға дейін артты. Жоңышқаның таза егісінде де өңдеудің оң әсері байқалып, өсімдік биіктігі 37 см-ден 39 см-ге, жапырақтануы 55%-дан 58%-ға дейін жоғарылады. Бұл минералдық қоректенудің өсімдіктердің вегетативті мүшелерінің қарқынды қалыптасуына және фотосинтездеуші жапырақ бетінің ұлғаюына қолайлы жағдай жасағанын көрсетеді.

Аралас егістерде де минералдық өңдеудің оң әсері сақталды. Қылтықсыз арпабас пен жоңышқаның (50:50) қоспасында қылтықсыз арпабастың биіктігі 39 см-ден 42 см-ге, жоңышқаның биіктігі 34 см-ден 37 см-ге дейін ұлғайды. Сонымен қатар жапырақтану деңгейі тиісінше 44%-дан 47%-ға және 57%-дан 60%-ға дейін артты. Үш компонентті қоспада да барлық дақылдарда жапырақтану көрсеткішінің жоғарылағаны байқалды. Әсіресе жоңышқада жапырақтану 58%-дан 61%-ға, ал қылтықсыз арпабаста 45%-дан 48%-ға дейін өсті.

3-кесте – Тұқымды минералдық өңдеудің көпжылдық шөптердің морфологиялық көрсеткіштеріне әсері

Шөп / шөп қоспасының құрамы	Тұқымды себу алдындағы өңдеу	Өсімдік биіктігі, см	Жапырақтануы, %
Қылтықсыз арпабас (100%)	Бақылау	41	40
	$NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3	45	43
Жоңышқа (100%)	Бақылау	37	55
	$NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3	39	58
Қылтықсыз арпабас (50%) + жоңышқа (50%)	Бақылау	39 / 34	44 / 57
	$NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3	42 / 37	47 / 60
Қылтықсыз арпабас (50%) + эспарцет (50%)	Бақылау	38 / 34	44 / 49
	$NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3	41 / 31	46 / 52
Қылтықсыз арпабас (33%) + жоңышқа (33%) + эспарцет (33%)	Бақылау	37 / 35 / 30	45 / 58 / 52
	$NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3	40 / 36 / 33	48 / 61 / 55

Қылтықсыз арпабас пен эспарцеттен (50:50) құралған қоспада минералдық өңдеу қылтықсыз арпабастың биіктігін 38 см-ден 41 см-ге дейін арттырғанымен, эспарцеттің биіктігі 34 см-ден 31 см-ге дейін аздап төмендеді. Соған қарамастан эспарцеттің

жапырақтануы 49%-дан 52%-ға дейін жоғарылады. Бұл минералдық өңдеу жағдайында өсімдіктің биіктігінен гөрі жапырақ аппаратының қалыптасуына көбірек қоректік заттардың жұмсалғанын немесе аралас егістегі түрішілік және түраралық бәсекелестіктің әсерін көрсетуі мүмкін. Жалпы алғанда, өсімдіктердің биіктігі мен жапырақтану деңгейінің артуы олардың фотосинтетикалық әлеуетінің жоғарылағанын көрсетеді және кейінгі кезеңде жасыл және құрғақ биомассаның көбірек қалыптасуына негіз болған негізгі факторлардың бірі болып табылады.

Тұқымды минералдық өңдеудің көпжылдық малазықтық шөптердің өнімділігіне әсері

Көпжылдық малазықтық шөптердің өнімділігі олардың алғашқы жылғы қалыптасу деңгейіне, морфологиялық дамуына және фотосинтетикалық белсенділігіне тікелей байланысты. Зерттеу нәтижелері тұқымды себу алдындағы $NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3 ерітіндісімен өңдеу барлық зерттелген нұсқаларда жасыл және құрғақ биомасса өнімділігінің артуына ықпал еткенін көрсетті (4-кесте). Таза егістер ішінде ең жоғары өнімділік қылтықсыз арпабаста қалыптасты. Минералдық өңдеу нәтижесінде жасыл биомасса өнімділігі 5,2 т/га-дан 5,6 т/га-ға дейін, ал құрғақ биомасса 1,51 т/га-дан 1,61 т/га-ға дейін артты. Жоңышқаның таза егісінде де өнімділіктің тұрақты өсуі байқалып, жасыл биомасса 4,7 т/га-дан 5,0 т/га-ға, ал құрғақ биомасса 1,51 т/га-дан 1,59 т/га-ға дейін жоғарылады. Бұл минералдық өңдеудің өсімдіктердің бастапқы өсуін күшейтіп, кейінгі кезеңде вегетативті массаның қарқынды қалыптасуына қолайлы жағдай жасағанын көрсетеді.

4-кесте – Тұқымды минералдық өңдеудің көпжылдық шөптердің өнімділігіне әсері

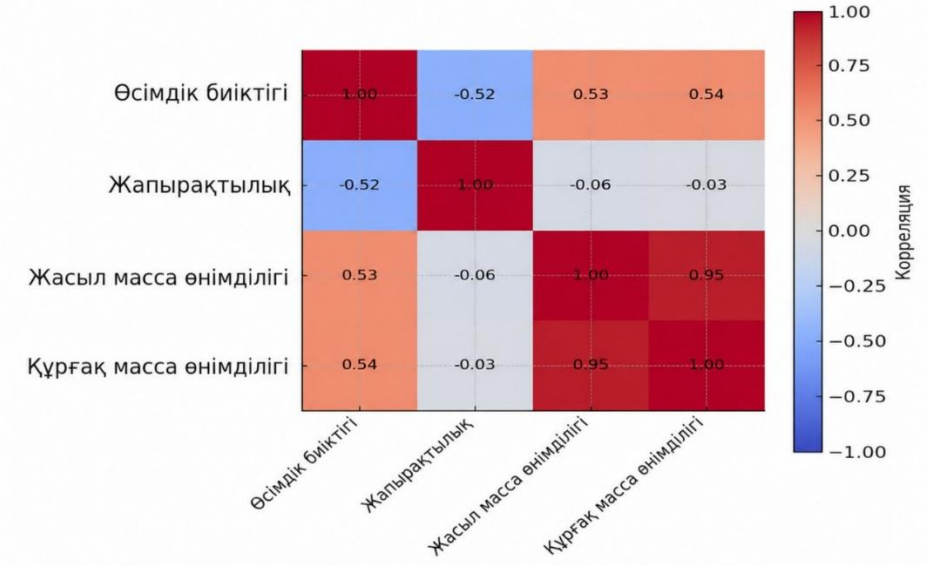
Шөп / шөп қоспасының құрамы	Тұқымды себу алдындағы өңдеу	Жасыл масса өнімділігі, т/га	Құрғақ масса өнімділігі, т/га
Қылтықсыз арпабас (100%)	Бақылау	5,2	1,51
	$NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3	5,6	1,61
Жоңышқа (100%)	Бақылау	4,7	1,51
	$NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3	5,0	1,59
Қылтықсыз арпабас (50%) + жоңышқа (50%)	Бақылау	4,3	1,31
	$NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3	4,8	1,44
Қылтықсыз арпабас (50%) + эспарцет (50%)	Бақылау	4,2	1,24
	$NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3	4,6	1,34
Қылтықсыз арпабас (33%) + жоңышқа (33%) + эспарцет (33%)	Бақылау	3,8	1,18
	$NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3	4,0	1,22
$ЕТМА_{05}$		0,10	0,03

Аралас егістерде де минералдық өңдеудің оң әсері анық байқалды. Қылтықсыз арпабас пен жоңышқадан (50:50) құралған шөп қоспасында жасыл биомасса өнімділігі 4,3 т/га-дан 4,8 т/га-ға, ал құрғақ биомасса 1,31 т/га-дан 1,44 т/га-ға дейін артты. Қылтықсыз арпабас пен эспарцеттің (50:50) қоспасында сәйкесінше 4,2–4,6 т/га және 1,24–1,34 т/га аралығында жоғарылау байқалды. Үш компонентті қоспада өнімділік деңгейі басқа нұсқалармен салыстырғанда төмен болғанымен, минералдық өңдеу мұнда да оң нәтиже беріп, жасыл биомасса өнімділігін 3,8 т/га-дан 4,0 т/га-ға, ал құрғақ биомассаны 1,18 т/га-дан 1,22 т/га-ға дейін арттырды.

Жалпы алғанда, өнімділіктің артуы алдыңғы бөлімдерде анықталған танаптық өңгіштіктің, өсімдіктердің сақталуының, биіктігінің және жапырақтануының жақсаруымен тығыз байланысты болды. Минералдық өңдеу нәтижесінде қалыптасқан жақсы дамыған жапырақ аппараты фотосинтез қарқындылығын арттырып, құрғақ заттың жинақталуын күшейткен, соның нәтижесінде барлық зерттелген шөп қоспаларында биомасса өнімділігі жоғарылаған. Әсіресе қылтықсыз арпабастың таза егісі мен оның жоңышқамен аралас егісі минералдық өңдеуге жоғары жауап беріп, өнімділік көрсеткіштері бойынша басқа нұсқалардан басым болды.

Морфологиялық көрсеткіштер мен өнімділік арасындағы корреляциялық байланыс.

Көпжылдық малазықтық шөптердің морфологиялық көрсеткіштері мен өнімділігі арасындағы өзара байланысты бағалау үшін корреляциялық талдау жүргізілді (1-сурет). Жасыл және құрғақ биомасса өнімділігі арасында өте жоғары оң корреляциялық байланыс анықталды (r = 0,95), бұл жасыл биомассаның артуы құрғақ заттың жинақталуымен тікелей байланысты екенін көрсетеді.



1-сурет – Көпжылдық малазықтық шөптердің тіршілігінің алғашқы жылындағы морфологиялық белгілері (биіктігі, жапырақтануы) мен өнімділік көрсеткіштері (жасыл және құрғақ масса өнімділігі) арасындағы корреляциялық байланыс матрицасы

Өсімдік биіктігі жасыл (r = 0,53) және құрғақ (r = 0,54) биомасса өнімділігімен орташа оң корреляция көрсетті, яғни өсімдіктің бойының ұлғаюы өнімділіктің артуымен қатар жүргені байқалды. Ал жапырақтану деңгейі өнімділікпен әлсіз теріс байланыста болды (r = –0,06...–0,03), бұл алғашқы жылғы қалыптасу кезеңінде оның өнімділікке әсері шектеулі екенін көрсетеді. Сонымен қатар өсімдік биіктігі мен жапырақтану арасында орташа теріс корреляция (r = –0,52) анықталды.

Жалпы алғанда, корреляциялық талдау өсімдік биіктігінің көпжылдық малазықтық шөптердің өнімділігін сипаттайтын маңызды морфологиялық көрсеткіштердің бірі екенін, ал жасыл және құрғақ биомасса өнімділігі арасында өте тығыз оң байланыс бар екенін көрсетті. Алынған нәтижелер Lüscher және Suter зерттеулерінің қорытындыларымен сәйкес келеді.

Қорытынды. Жүргізілген зерттеу нәтижелері Солтүстік Қазақстан жағдайында тұқымды себу алдындағы $NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3 ерітіндісімен минералдық өңдеудің көпжылдық малазықтық шөптердің тіршілігінің алғашқы жылындағы қалыптасуына оң әсер ететінін көрсетті. Минералдық өңдеу танаптық өнгіштік пен өсімдіктердің сақталуын арттырып, фенологиялық даму кезеңдерін 1–3 тәулікке жеделдетті, сондай-ақ өсімдіктердің биіктігі, жапырақтануы және биомасса өнімділігінің жоғарылауына ықпал етті. Ең жоғары өнімділік қылтықсыз арпабастың таза егісінде, ал аралас егістер ішінде қылтықсыз арпабас пен жоңышқаның (50:50) қоспасында анықталды. Корреляциялық талдау өсімдік биіктігі мен өнімділік арасында оң, ал жасыл және құрғақ биомасса өнімділігі арасында өте жоғары оң байланыс (r = 0,95) бар екенін көрсетті.

Алынған нәтижелер тұқымды минералдық өңдеуді көпжылдық малазықтық шөптердің өнімділігі мен тұрақтылығын арттыруға бағытталған тиімді агротехникалық тәсіл ретінде Солтүстік Қазақстан жағдайында өндіріске ұсынуға мүмкіндік береді.

Қаржыландыру. Зерттеу жұмыстары Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитетінің BR28712213 бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру жобасы аясында 2025-2027 жылдары «Ақмола облысының экономикалық және экологиялық

тұрақтылығын жақсарту мақсатында мал азығын өндіруді, өсімдік шаруашылығын қарқындату және цифрландыру, сондай-ақ ресурстарды ұтымды пайдалану негізінде сүт-тауар фермаларының өнімділігін арттыру және экологияландыру» тақырыбы бойынша орындалды.

Әдебиеттер:

[1] **Islyami, A.,** et al., Impact of climate change on agriculture in Kazakhstan. Silk Road: A Journal of Eurasian Development, 2020. 2(1): p. 66–88. https://doi.org/10.16997/srjed.19

[2] Kazakhstan: Economy-wide Effects of Adaptation in Agriculture. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit(GIZ), September 2021. https://www.giz.de/en/downloads/giz2021-en-kazakhstan-policy-brief-agriculture.pdf

[3] **Rahimi-Moghaddam, S.,** et al., Characterizing spatial and temporal trends in drought patterns of rainfed wheat (Triticum aestivum L.) across various climatic conditions: a modelling approach. European Journal of Agronomy, 2021. 129: p. 126333. https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126333

[4] **Anderson, R., P.E.** Bayer, and D. Edwards, Climate change and the need for agricultural adaptation. Current opinion in plant biology, 2020. 56: p. 197–202. https://doi.org/10.1016/j.pbi.2019.12.006

[5] **Ruane, J.e.L.R., M**. (ed.);, FAO Global Conference on Sustainable Livestock Transformation – 25-27 September 2023. FAO Animal Production and Health Proceedings,. 2024. https://doi.org/10.4060/cd1274en

[6] **Lüscher, A.,** et al., Potential of legume-based grassland–livestock systems in Europe: a review. Grass and forage science, 2014. 69(2): p. 206–228. https://doi.org/10.1111/gfs.12124

[7] **Guretzky, J.A.,** H. Hillhouse, and K.R. Harmoney, Seeding Rate Effects on Smooth Bromegrass (Bromus inermis Leyss.) Interseeded with Annual Warm-Season Grasses. Agronomy, 2025. 15(4): p. 885. https://doi.org/10.3390/agronomy15040885

[8] **Sim, C., et al.,** Evaluation of cool-season perennial forage varieties as monocultures and legume–grass binary mixtures under intensive grazing. Canadian Journal of Animal Science, 2024. 104(2): p. 156–170. https://doi.org/10.1139/cjas-2023-0093

[9] **Suter, M.** and A. Lüscher, Grass–legume mixtures sustain strong yield advantage over monocultures under cool maritime growing conditions over a period of 5 years. ANNALS OF BOTANY-LONDON-OUP THEN ACADEMIC PRESS THEN OXFORD UNIVERSITY PRESS-, 2018. 122(2): p. 337–348. https://doi.org/10.1093/aob/mcy074

[10] **Li, Q.,** et al., Grass-legume mixtures impact soil N, species recruitment, and productivity in temperate steppe grassland. Plant and Soil, 2015. 394(1): p. 271–285. https://doi.org/10.1007/s11104-015-2525-2

[11] **Sakhraoui, A.,** et al., Sainfoin (Onobrychis viciifolia) a legume with great ecological and agronomical potential under climate change. The Journal of Agricultural Science, 2024. 162(4): p. 307–331. https://doi.org/10.1017/S0021859624000327

[12] **Finch-Savage, W.E.** and G.W. Bassel, Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation. Journal of experimental botany, 2016. 67(3): p. 567–591. https://doi.org/10.1093/jxb/erv490

[13] **Bélanger, G.,** et al., Winter damage to perennial forage crops in eastern Canada: Causes, mitigation, and prediction. Canadian Journal of Plant Science, 2006. 86(1): p. 33–47. https://doi.org/10.4141/P04-171

[14] **Paparella, S.,** et al., Seed priming: state of the art and new perspectives. Plant cell reports, 2015. 34(8): p. 1281–1293. https://doi.org/10.1007/s00299-015-1784-y

[15] **Pereira, E.G.,** et al., Nutripriming with ammonium nitrate improves emergence and root architecture and promotes an increase in nitrogen content in upland rice seedlings. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 2022. 42: p. 102331. https://doi.org/10.1016/j.bcab.2022.102331

[16] **Du Jardin,** P., Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. Scientia horticulturae, 2015. 196: p. 3–14. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021

[17] **Capstaff, N.M.**, et al., Fulvic acid increases forage legume growth inducing preferential up-regulation of nodulation and signalling-related genes. Journal of experimental botany, 2020. 71(18): p. 5689–

5704. https://doi.org/10.1093/jxb/eraa283

[18] **Sun, W.,** et al., Amino acids biostimulants and protein hydrolysates in agricultural sciences. Plants, 2024. 13(2): p. 210. https://doi.org/10.3390/plants13020210?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle

[19] **Chaichi, M.,** S. Mirzaei, and M. Zargar, Amino acids as biostimulants: Roles in plant growth, nutrition, and stress tolerance; A comprehensive review. CABI Reviews, 2026. 21(1): p. 0003. https://doi.org/10.1079/cabireviews.2026.0003

[20] **Baidalina, S.,** et al., The Effect of Pre-Sowing Seed Treatment and Foliar Applications of Growth Stimulants on the Productivity of Perennial Grasses Under the Conditions of Northern Kazakhstan. Agronomy, 2025. 15(11): p. 2547. https://www.mdpi.com/2073-4395/15/11/2547#

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН НА ФОРМИРОВАНИЕ МНОГОЛЕТНИХ КОРМОВЫХ ТРАВ В ПЕРВЫЙ ГОД ЖИЗНИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Байтеленова А.А.[1], кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор
Курбанбаев А.И.[2], PhD
Байдалина С.Е.[3], PhD, ассоциированный профессор
Аминова Д.Б.[3], научный сотрудник
Жаров Р.Ж.[3], докторант 1 курса образовательной программы «Агрономия»

[1]Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, Казахстан
[2] ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А.И. Бараева», Шортандинский район, Акмолинская область, Казахстан
[3]Кокшетауский университет имени Ш. Уалиханова, г.Кокшетау, Казахстан

Аннотация. В условиях изменения климата повышение продуктивности многолетних кормовых трав невозможно без совершенствования технологий их возделывания. Целью исследования являлась оценка влияния предпосевной минеральной обработки семян на формирование многолетних кормовых трав в первый год жизни в условиях сухого континентального климата Северного Казахстана. Полевые исследования проводили в 2023–2025 гг. на базе ТОО «Zhaksylyk AGRO» (Акмолинская область). Объектами исследования являлись люцерна (Medicago sativa L.), кострец безостый (Bromus inermis Leyss.) и эспарцет (Onobrychis arenaria Kit.), выращиваемые в чистых и смешанных посевах. Перед посевом семена обрабатывали раствором $NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3. Определяли полевую всхожесть, сохранность растений, фенологические фазы развития, морфологические показатели, урожайность зеленой и сухой биомассы. Минеральная обработка повысила полевую всхожесть на 2–4%, сохранность растений — на 1–4%, ускорила прохождение фенологических фаз на 1–3 суток, а также способствовала увеличению высоты растений, облиственности и урожайности. Наибольшая урожайность получена у костреца безостого в чистом посеве (5,6 и 1,61 т/га соответственно), а среди травосмесей — у смеси костреца безостого с люцерной (50:50) (4,8 и 1,44 т/га). Корреляционный анализ выявил очень тесную положительную связь между урожайностью зеленой и сухой биомассы ($r = 0,95$). Полученные результаты свидетельствуют об эффективности предпосевной минеральной обработки семян как элемента технологии возделывания многолетних кормовых трав в условиях Северного Казахстана.

Ключевые слова: многолетние кормовые травы, предпосевная обработка семян, полевая всхожесть, урожайность биомассы, Северный Казахстан.

EFFECT OF PRE-SOWING MINERAL SEED TREATMENT ON THE FIRST-YEAR ESTABLISHMENT OF PERENNIAL FORAGE GRASSES UNDER THE CONDITIONS OF NORTHERN KAZAKHSTAN

Baitelenova A.A.[1], Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Kurbanbaev A.I.[2], PhD
Baidalina S.E[3], PhD, Associate Professor
Aminova D.B.[3], Scientist
Zharov R.Zh.[3], 1st-year doctoral student in the "Agronomy" educational program

[1]*S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan*
[2] *«A.I. Baraev Scientific and Production Center of Grain Farming Ltd» LLP, Shortandy District, Akmola Region, Kazakhstan*
[3]*Sh. Ualikhanov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan.*

Annotasion. Improving the productivity and persistence of perennial forage grasses under climate change requires the development of effective crop management practices. The objective of this study was to evaluate the effect of pre-sowing mineral seed treatment on the first-year establishment of perennial forage grasses under the dry continental climate of Northern Kazakhstan. Field experiments were conducted during 2023–2025 at the Zhaksylyk AGRO farm (Akmola Region, Kazakhstan). Alfalfa (Medicago sativa L.), smooth brome (Bromus inermis Leyss.) and sainfoin (Onobrychis arenaria Kit.) were evaluated in monocultures and mixed stands. Seeds were treated before sowing with an $NH_4H_2PO_4$ + NH_4NO_3 solution. Field emergence, plant survival, phenological development, morphological traits, and green and dry biomass yields were assessed. Mineral seed treatment increased field emergence by 2–4%, improved plant survival by 1–4%, accelerated phenological development by 1–3 days, and enhanced plant height, leafiness, and biomass production. The highest green and dry biomass yields were obtained in smooth brome monoculture (5.6 and 1.61 t ha^{-1}, respectively), while among mixed stands the best performance was recorded for the smooth brome–alfalfa mixture (50:50) (4.8 and 1.44 t ha^{-1}). Correlation analysis revealed a very strong positive relationship between green and dry biomass yields ($r = 0.95$). The results demonstrate that pre-sowing mineral seed treatment is an effective agronomic practice for improving the establishment and productivity of perennial forage grasses under the environmental conditions of Northern Kazakhstan.

Keywords: perennial forage grasses, mineral seed treatment, field emergence, biomass yield, Northern Kazakhstan.

МРНТИ 68.35.49 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.349

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА ПУТЕМ ВЕДЕНИЯ ПЕРВИЧНОГО СЕМЕНОВОДСТВА НОВЫХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ДЛЯ ЗОНЫ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Горбачева В.В., научный сотрудник отдела картофелеводства**,**
gorbachova-1975@mail.ru, https://orcid.org/0009-0003-1940-1285

ТОО «Северо-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция», с.Шагалалы, Казахстан

Аннотация. С давних пор картофель известен, как ценнейший продукт питания человека. В нем содержится крахмал- один из главных источников мускульной энергии человека, белок картофеля содержит незаменимые аминокислоты. С увеличением роста потребления этого продукта необходимо наращивать его валовый сбор, при этом увеличение валового сбора возможно лишь при росте урожайности этой культуры. Один из приемов повышения урожайности- внедрение в производство новых высокопродуктивных сортов, адаптированных к местным климатическим условиям. В экспериментальном 2025 году проведено экологическое испытание сортов картофеля в степной зоне Северо-Казахстанской области. Объектом исследований являлись 7 сортов картофеля: Тамаша и Нэрли казахстанской селекции КазНИИКО, Невский(контроль), Ред Скарлет, Кумир, Триумф и Гала зарубежной селекции. Количество клубней каждого сорта-500 штук. В опыте проводились фенологические наблюдения по всем фазам развития. С целью определения прибавки урожая проводились динамические копки, при которых учитывались вес ботвы, количество и вес клубней в одном кусту, высота растений, число стеблей, средняя масса одного клубня. По результатам экологического испытания наиболее урожайным показал себя сорт Ред Скарлет 44,37т/га, сорт картофеля отечественной селекции Тамаша отличился по количеству клубней с одного куста- в среднем более 8 штук и средней массе клубней с одного куста, что является потенциалом для высокой урожайности.

Ключевые слова: картофель, экологическое испытание, фенологические наблюдения, биологический учет, урожайность

Введение. Картофель (Solanum tuberosum L.) является одной из важнейших продовольственных культур мира и занимает ведущие позиции по объему производства среди овощных культур. По данным Международного центра картофеля (CIP), картофель выращивается более чем в 100 странах мира, а его производство превышает 300 млн тонн ежегодно, что делает культуру одним из ключевых компонентов глобальной продовольственной безопасности [1].

Эту культуру ещё называют “вторым хлебом”. Эта одна из продуктивных полевых культур, выращиваемых на кормовые и технические цели. Как писал академик Д.Н.Прянишников: “Возделывать картофель на полях – равнозначно, что получать три колоса там, где рос один”.

В клубнях картофеля содержится 25% сухого вещества, из которых 80- 85% приходится на крахмал и до 3% на белковые вещества. Углеводы, которые представлены крахмалом являются одним из главных источников мускульной энергии человека, а питательная ценность белка картофеля определяется наличием в них незаменимых аминокислот, которые так необходимы для человека. Крахмал является сырьём в продовольственном и непродовольственном производстве. Клубни картофеля так же богаты витаминами и минеральными веществами [2].

Большое значение картофель имеет как сырьё для спиртовой отрасли. Увеличился рост потребления этого продукта на фоне высокого спроса на переработанные картофелепродукты. Так же используется на корм скоту, особенно для молочного производства, свиней и птицы [3].

Формирование продовольственной безопасности требует устойчивого развития агропромышленного комплекса с постепенным выходом на продовольственную

независимость по основным продуктам питания, в том числе и по картофелю. Для устойчивого развития картофелеводства в Казахстане нужны комплекс мер, который охватывает все этапы производства : развитие отечественной селекции и адаптация высокоурожайных сортов зарубежной селекции к местным условиям; внедрение орошения, повышающего урожайность картофеля; строительство современных картофелехранилищ с регулируемой газовой средой(ГЗС) для сокращения потерь с 30% до 5-7%; развитие дальнейшей переработки картофеля (чипсы, крахмал и т.д.) для стабильности рынка.

В условиях глобального изменения климата возрастают требования к новым сортам картофеля, способным сохранять стабильную урожайность при воздействии абиотических и биотических стрессов. В связи с этим сортоиспытание приобретает особую значимость как заключительный этап оценки селекционных достижений перед их районированием и внедрением в производство. Современные программы сортоиспытания ориентированы не только на определение потенциальной урожайности, но и на комплексную оценку адаптивности сортов, экологической пластичности, стабильности формирования урожая, качества клубней, устойчивости к болезням и пригодности к длительному хранению [4].

Наиболее интенсивно исследования ведутся в Нидерландах, Германии, Великобритании, Франции, Польше и Канаде. В отличие от большинства стран СНГ, зарубежные программы испытаний ориентированы не только на получение высокой урожайности, но и на прогнозирование поведения сорта при изменении климата. Для этого широко применяются модели AMMI и GGE-biplot, позволяющие количественно оценивать взаимодействие генотипа и среды. В Канаде и США современные исследования направлены на создание сортов, сочетающих высокую урожайность с устойчивостью к засухе, высоким температурам, фитофторозу (Phytophthora infestans), ризоктониозу, вирусным заболеваниям и механическим повреждениям при уборке. Большое внимание уделяется цифровому фенотипированию, дистанционному мониторингу посевов, применению беспилотных летательных аппаратов и молекулярных методов селекции. Одновременно совершенствуются методики экологического сортоиспытания, позволяющие более точно прогнозировать поведение сортов в различных природных условиях [5].

За последние пять лет российские исследования значительно расширили перечень оцениваемых признаков. Помимо традиционной оценки урожайности, современные работы включают анализ экологической пластичности, стабильности урожая, стрессоустойчивости, качества клубней, содержания сухого вещества и крахмала, устойчивости к фитофторозу и вирусным заболеваниям [6]. В последние годы российские ученые активно применяют современные статистические методы анализа взаимодействия генотипа и среды, позволяющие более точно определять наиболее адаптивные сорта для различных регионов выращивания. Подобный подход становится особенно актуальным в условиях климатической нестабильности и является перспективным для внедрения в систему сортоиспытания Казахстана.

Наиболее интенсивные исследования традиционно выполняются на юго-востоке Казахстана на базе Казахского научно-исследовательского института картофелеводства и овощеводства. Здесь основное внимание уделяется созданию новых сортов, совершенствованию технологий выращивания и первичному семеноводству. В работе Махановой Г. и соавторов (2024) проведено сравнительное испытание сортов казахстанской, российской, немецкой и голландской селекции. Авторы установили, что сорта европейской селекции характеризуются высоким потенциалом урожайности, однако отечественные сорта отличаются большей стабильностью формирования урожая в условиях континентального климата. Исследование показало перспективность комплексной оценки сортов по урожайности, товарности, содержанию крахмала и устойчивости к болезням [7].

В Северо-восточной части Казахстана исследования имеют иной характер и ориентированы прежде всего на оценку адаптивности сортов к резко континентальному климату. Так, И.Н. Аникина, Н.Н. Кайниденов, М.В. Красий и А.Н. Камарова изучили развитие и продуктивность сортов казахстанской селекции в условиях Павлодарской

области. Авторы показали, что не все сорта одинаково реализуют свой потенциал в условиях северо-востока страны. Наиболее перспективным оказался сорт Нерли, который по урожайности практически не уступал районированному сорту Аксор, а по выходу товарных клубней превосходил его на 13,6 %, что позволило рекомендовать данный сорт для возделывания в регионе. Исследователи сделали вывод, что экологическое сортоиспытание должно проводиться непосредственно в тех условиях, где планируется промышленное выращивание сорта [8].

Существенный интерес представляют современные исследования, выполненные в Костанайской области, относящейся к северной зоне картофелеводства Казахстана. В работе В.Т. Хасанова и соавторов (2025) проведено сравнительное испытание отечественных и зарубежных сортов, а также перспективных селекционных линий картофеля с окрашенной мякотью. Наиболее высокую урожайность сформировал сорт Columba – 57,0 т/га, а селекционная линия 18-7-1 – 54,0 т/га. При этом сорта Kira, Gala, Xisen 1, Xisen 6 и линия 18-7-1 характеризовались товарностью 99-100 %, а сорт Travnik отличался повышенным содержанием крахмала (17,71 %). Авторы отмечают, что почвенно-климатические условия Костанайской области позволяют объективно оценивать не только урожайность, но и качество клубней, устойчивость сортов и их пригодность для семеноводства [9].

Отдельное направление исследований в северном регионе связано с совершенствованием технологий выращивания картофеля. В работе М. Меделбек и соавторов (2025) изучалась адаптация девяти китайских сортов картофеля к условиям Северного Казахстана. Средняя урожайность производственных посевов региона составляла 20-25 т/га, тогда как на опытных участках удалось получить около 39,6 т/га. Авторы связывают повышение урожайности с подбором адаптированных сортов и совершенствованием технологии выращивания, подтверждая высокий потенциал северной зоны для испытания новых генотипов [10].

В Северном Казахстане есть целый ряд преимуществ для развития семеноводства картофеля: нет дефицита территорий, значит нет проблем с соблюдением четырехпольного севооборота, который часто используется в производстве картофеля; резко континентальный климат Северного Казахстана- суровые зимы помогают избавиться от многих вредителей и патогенов, а сухое лето облегчает контроль над бактериальными и грибковыми заболеваниями. Но есть и климатические риски: короткий вегетационный период; угроза заморозков; зависимость от осадков, так как слабо развито орошение.

Для получения высокого урожая картофеля в зоне Северного Казахстана необходимо иметь семенной материал, свободный от наиболее распространенных заболеваний, адаптированный к условиям произрастания в данной зоне. Поэтому одной из главных задач развития картофелеводства является правильная организация первичного семеноводства. Система семеноводства картофеля постоянно совершенствуется на основе новых научных достижений и внедрения практического опыта [11]. Особенно эффективным является метод получения оздоровленного семенного материала в виде пробирочных растений и микро клубней [12].

Новизна исследований заключается в том, что в условиях региона заложен питомник экологического испытания сортов отечественной и зарубежной селекции, выявлены наиболее продуктивные и устойчивые сорта, адаптированные к агроэкологическим условиям и актуальные для региона в данное время.

Цель и задачи исследований: экологическое испытание новых сортов картофеля в условиях неполивного земледелия Северо-Казахстанской области; отбор и внедрение в производство1-2 сортов наиболее урожайных и приспособленных к местным условиям произрастания в условиях традиционной обработки обыкновенных черноземных почв Северного Казахстана.

Материалы и методы. Опыт по сортоиспытанию был заложен в степной зоне Северо-Казахстанской области на полях ТОО «Северо-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция». Исследования проводились согласно методике полевого опыта [13].

Под опыт подобран участок, типичный по почвенно-климатическим свойствам для данной зоны возделывания картофеля. Почва обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый чернозем, pH 7,8-8,1, содержание гумуса 4,5-5,0% Технология возделывания испытываемых сортов (сроки, норма посадки, приемы обработки почвы, мероприятия по защите от вредителей и болезней и др.) так же типичны для данной Северо-Казахстанской области.

Объектом исследований являлись 7 сортов картофеля: Тамаша и Нэрли казахстанской селекции КазНИИКО; Невский(контроль), Ред Скарлет, Кумир, Триумф, Гала – зарубежной селекции. Закладка питомника испытания клонов 1 года была проведена в борозды вручную. Количество клубней каждого сорта – 500 штук, площадь питомника каждого сорта – 0,008 га. Общая площадь опыта составила 0,05 га. Глубина заделки клубней в значительной степени связана с климатическими особенностями региона – весна наступает поздно, почва прогревается медленно [14], поэтому глубина посадки – 8-10 см. Предшественник – пар. Зяблевую обработку почвы проводили на глубину 25-27 см. В зимний период было проведено механизированное снегозадержание поперёк господствующих ветров, так как оно является надежным средством улучшения влагообеспеченности всех культур и повышения их урожайности [15]. В весенний период провели закрытие влаги – боронование орудием БЗТС-1,0. После весеннего боронования, перед посадкой поле обработали фрезерным культиватором.

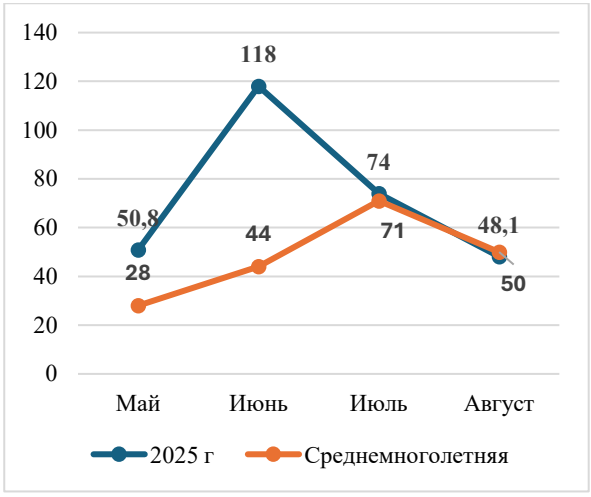
Предпосадочная обработка клубней заключалась в ручной подработке (сортировке) клубней; воздушно-тепловом обогреве семенного материала (под воздействием света и тепла деятельность ферментов в клубнях ускоряется и повышается концентрация растворимых питательных веществ, расположенных в зоне глазков, что обеспечивает в дальнейшем усиленный рост и развитие растения картофеля) [16]. Также была проведена протравка посадочного материала двухкомпонентным инсекто-фунгицидным протравителем клубней картофеля Эместо-Квантум – данная обработка препятствует дальнейшему поражению проростков и всходов в поле, повышает устойчивость растений к абиотическим стрессам, защищает картофель от вредителей(колорадский жук, проволочник) и болезней [17].

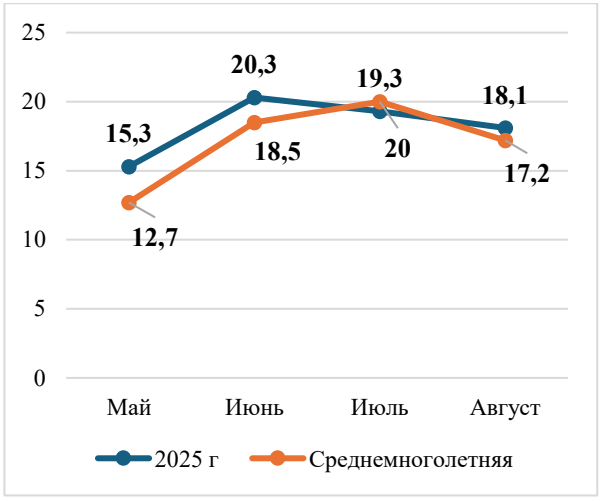
Метеорологические условия вегетационного периода в 2025 году так же оказывали влияние на результаты полевого опыта на темпы роста, развития и продуктивность сортов картофеля [18]. Повышенное количество осадков в течение зимы и весеннего периода, а также проведение операции снегозадержания, привело к содержанию влаги в почве, к моменту посадки на уровне хорошего увлажнения.

Повышенный температурный фон стал причиной наступления ранней весны. Сумма осадков за летний период превысила многолетний показатель 165 мм на 75,1 мм или на 46%. При этом температурный фон был близок к норме: 19,3 ^{0}С при норме 18,5^{0}С. Климатические условия летнего периода 2025 года на севере Казахстана по осадкам и температурному режиму были благоприятными для возделывания картофеля (рисунок 1).

Уход за посадками включал проведение ручной прополки после появления полных всходов, а также систематическое рыхление почвы, обеспечивающее оптимальные условия для роста и развития растений. В период вегетации растения обрабатывали биостимулятором Foster в концентрации 0,5% (из расчета 1 кг/га), представляющим собой комплекс минеральных и биологически активных веществ.

Уборку урожая картофеля осуществляли вручную. В процессе проведения исследований выполняли фенологические наблюдения за всеми фазами развития растений. Началом каждой фазы считали момент, когда соответствующие признаки отмечались у 15% растений на делянке, а полную фазу фиксировали при их проявлении у 75% растений. Перед уборкой урожая проводили три динамические копки, при которых для каждого сорта последовательно отбирали по десять кустов с целью проведения структурного анализа. После уборки клубни очищали от почвы и взвешивали для определения урожайности каждого сорта. Полученные экспериментальные данные подвергали математической обработке методом дисперсионного анализа, что позволило оценить достоверность различий между исследуемыми вариантами.





а б

Рисунок 1 – Метеорологические условия вегетации, м/п Шагалалы, 2025 г. а -осадки; б – температура

Результаты исследованийй. В экспериментальном 2025 году было испытано 7 сортов картофеля отечественной и зарубежной селекции.

В период вегетации проведены три динамические копки с целью определения прибавки урожая. При анализе выкопанных растений учитывали: вес ботвы, количество и вес клубней в одном кусту, высота растения, число стеблей на одном кусте. Все эти данные позволили составить структуру урожая. Нужно отметить, что отклонения каждого элемента продуктивности зависят от сорта, размера клубней, удобренности и влажности почвы в разные фазы роста и развития картофеля [19].

Первая копка проведена через 60 дней после всходов, следующая спустя 10 дней после первой и третья проведена так же через 10 дней после второй. Продуктивность каждого куста картофеля складывается из средней массы клубня и их количества, уровень которых зависит от генотипических особенностей сорта (рисунок 2) [20].



Рисунок 2 – Взвешивание клубней с одного куста

По результатам первой копки выделился сорт Тамаша со средним количеством клубней с одного куста 10 штук и со средней массой одного клубня 0,043 кг. По количеству клубней с одного куста также отмечен сорт Ред Скарлет с показателем 9 штук, при этом масса одного клубня составила 0,018 кг. Сорт Гала при количестве 7 клубней с одного куста, набрал массу одного клубня 0,042 кг (таблица 1).

При второй копке по количеству клубней и средней массе одного клубня выделился сорт Ред Скарлет с показателями 9 штук и 0,104 кг соответственно. С таким же количеством клубней с одного куста отмечены сорта Триумф и Кумир, при этом Триумф набрал массу одного клубня 0,069 кг, а Кумир – 0,028 кг. Сорт Тамаша выделился средней массой одного клубня 0,072, хотя по количеству клубней в куст уступает Триумфу и Кумиру.

Третья копка выделила сорт Кумир с количеством клубней с одного куста 14 штук при средней массе одного клубня 0,041 кг. А по средней массе одного клубня выделился сорт Ред Скарлет с показателем 0,116 кг.

Таблица 1 – Результаты динамических копок

Динамическая копка №1			
Сорт	Среднее количество штук с одного куста	Средняя масса клубней с одного куста, кг	Средняя масса одного клубня, кг
	2	**3**	**4**
Невский	8	0,265	0,032
Ред Скарлет	9	0,17	0,018
Нэрли	5	0,15	0,034
Тамаша	10	0,365	0,043
Кумир	7	0,149	0,017
Триумф	8	0,30	0,038
Гала	7	0,2	0,042
Динамическая копка №2			
Невский	8	0,495	0,061
Ред Скарлет	9	0,775	0,104
Нэрли	5	0,25	0,058
Тамаша	7	0,51	0,072
Кумир	9	0,26	0,028
Триумф	9	0,575	0,069
Гала	4	0,17	0,046
Динамическая копка №3			
Невский	8	0,71	0,087
Ред Скарлет	8	0,745	0,116
Нэрли	9	0,465	0,051
Тамаша	8	0,630	0,079
Кумир	14	0,56	0,041
Триумф	7	0,585	0,083
Гала	7	0,60	0,080

По такому критерию, как средняя масса клубней с одного куста перед уборкой можно отметить сорта Ред Скарлет, Невский и Тамаша с показателями 0,745 кг, 0,710 кг и 0,630кг соответственно (рисунок 3).

Основной оценкой опыта в картофелеводстве является урожай. Урожайность картофеля зависит от количества клубней под кустом и средней массы одного клубня. Эти главные признаки генетически обусловлены и передаются по наследству. По данным Никулиной Н.И., количество клубней в значительной мере генетически обусловлено и менее подвержено влияниям внешних факторов среды [21].


Сорт Невский


Сорт Тамаша


Сорт Ред Скарлет


Сорт Нэрли

Рисунок 3 – Динамическая копка №3

Наибольшую урожайность сформировал сорт Ред Скарлет – 44,37 т/га, стандартный сорт Невский обеспечил урожайность 37,37 т/га. Таким образом, преимущество сорта Ред Скарлет над стандартом составило 7,00 т/га, или 118,7%.

Статистическая обработка показала, что фактическое значение критерия Фишера для фактора «сорт» составило Fфакт = 260,62 при Fтеор (0,05) = 4,28, что свидетельствует о существенном влиянии сортовых различий на урожайность. Ошибка опыта составила 0,852 т²/га², коэффициент вариации – 3,42%, что характеризует полученные данные как достаточно выровненные по условиям проведения опыта. Наименьшая существенная разность при 5%-ном уровне значимости составила $НСР_{05}$ = 2,26 т/га, а при 1%-ном уровне значимости – $НСР_{01}$ = 3,42 т/га. Разница между урожайностью сорта Ред Скарлет и стандарта Невский составила 7,00 т/га, что превышает как $НСР_{05}$, так и $НСР_{01}$. Следовательно, преимущество сорта Ред Скарлет по урожайности над стандартом является статистически достоверным (таблица 2).

Урожайность остальных сортов была ниже стандарта Невский. У сорта Тамаша средняя урожайность составила 25,50 т/га, у Триумфа – 25,25, у Кумира – 24,37, у Гала – 17,12 и у Нэрли – 14,87 т/га. Разница каждого из указанных сортов со стандартом превышала значение $НСР_{05}$, поэтому их урожайность была статистически достоверно ниже урожайности сорта Невский.

Таблица 2 – Урожайность сортов картофеля

Сорт	Урожайность, т/га	Отклонение от стандарта, т/га	% к стандарту
Невский, ст.	37,37	–	100
Ред Скарлет	44,37	+7,00	118,7
Нэрли	14,87	−22,50	39,8
Тамаша	25,50	−11,87	68,2
Кумир	24,37	−13,00	65,2
Триумф	25,25	−12,12	67,6
Гала	17,12	−20,25	45,8
$НСР_{05}$, т/га	2,26		
$НСР_{01}$, т/га	3,42		
Fфакт	260,62		
Коэффициент вариации, %	3,42		

Заключение. Сравнение результатов исследований позволяет выделить ряд преимуществ Северного Казахстана как зоны экологического сортоиспытания картофеля. В отличие от южных областей, где высокая температура воздуха ускоряет старение растений и повышает риск накопления вирусной инфекции, северные регионы характеризуются более прохладным летом, длинным световым днем и меньшей численностью переносчиков вирусных заболеваний. Это способствует формированию высококачественного семенного

материала и более полной реализации генетического потенциала сортов. Кроме того, выраженная межгодовая изменчивость погодных условий Северо-Казахстанской области позволяет объективно оценивать экологическую пластичность и стабильность сортов, что является ключевой задачей современного государственного сортоиспытания. Именно поэтому северная зона рассматривается как одна из наиболее перспективных для экологической оценки новых сортов отечественной и зарубежной селекции.

При проведении экологического испытания климатические условия – повышенное количество влаги и сумма накопленных температур положительно сказались на развитии картофеля, и в конечном итоге на урожайности в целом. Наиболее урожайным в отчетном году показал себя сорт Ред Скарлет голландской селекции с урожайностью 44,37 т/га, что составляет 118% к стандартному сорту – Невский (российской селекции). Сорт картофеля отечественной селекции Тамаша отличается количеством клубней в одном кусту - в среднем более 8 штук и средней массе клубней с одного куста, что является потенциалом для высокой урожайности.

Финансирования. Исследования проведены в рамках програмно-целевого финансирования по НТП: BR22885335 «Обеспечение устойчивого развития картофелеводства, овощеводства и бахчеводства в Казахстане на основе селекции, семеноводства, биотехнологии и инновационных агротехнологий» на период 2024-2026 гг., финансируемой Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан.

Литература

[1] International Potato Center. *Potato Facts and Figures*. – Lima: CIP, 2024.

[2] **Писарев Б.А.,** Воловик А.С., Гусев С.А., Справочник картофелевода /. – М.: Колос, 1975. – 288 с.

[3] **Гольдштейн, В.Г.,** Морозова А.А., Семенова А.В. Изучение свойств различных сортов картофеля для переработки на крахмал // Крахмал и его производные. – 2023. – № 1. – С. 22–26.

[4] **Мартынова, К.В.** Совершенствование приемов возделывания новых сортов картофеля на продовольственные и семенные цели в условиях Нечерноземной зоны: дис. – Смоленск, 2022.

[5] **Чувахина, Л.Г.** Основные приоритеты и перспективы развития инновационной сферы зарубежных стран // Развитие инновационной сферы экономики: российский и зарубежный опыт. – 2017. – С. 115–148.

[6] **Зюзюкин, Д.С.,** Булдаков С.А. Сортоиспытание картофеля в условиях Сахалинской области // Journal of Agriculture and Environment. – 2024. – № 11.

[7] **Tokbergenova, Z.,** Aitbayev, T., Sharipova, D., Jantassova, A., Makhanova, G., Ibraiymova, M., Konysbayeva, H. Potato (*Solanum tuberosum* L.) healthy planting material development through innovative methods // Sabrao Journal of Breeding and Genetics. – 2025. – Vol. 57. – № 3. – P. 1168–1179. http://doi.org/10.54910/sabrao2025.57.3.28

[8] **Аникина, И.Н.,** Кайниденов Н.Н., Красий М.В., Камарова А.Н. Сравнительная характеристика развития и продуктивности сортов казахстанской селекции в условиях северо-востока Казахстана // BULLETIN of the L.N. Gumilyov Eurasian National University. BIOSCIENCE Series. – 2021. – Т. 135. – № 2. – С. 28–37.

[9] **Khasanov, V.T.,** Yekaterinskaya, E.M., Sidorik, A.I., Udovitsky, A.S., Rogozina, E.V., Semeykin, V.I. Сравнительная оценка новых сортов и селекционных образцов картофеля с пигментированной мякотью клубней в условиях Костанайской области // Herald of Science of S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University. – 2025. – № 2(125). – С. 54–74. https://doi.org/10.51452/kazatu.2025.2(125).1882

[10] **Меделбек, М.,** Ансабаева А., Куанышбаев С. Совершенствование технологии возделывания картофеля в условиях северного региона Казахстана // 3i: Intellect, Idea, Innovation. – 2025. – № 1. – С. 161–167. https://doi.org/10.52269/22266070_2025_1_161

[11] **Усков, А.И.,** Овэс Е.В., Ускова Л.Б. и др. Семеноводство картофеля: учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2026. – 162 с.

[12] **Николаева, В.Н.,** Жаркова С.В. Получение оздоровленного семенного материала картофеля для оригинального семеноводства в горно-степной зоне Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2019. – Vol. 4. – №

4–1. – С. 171–174.

[13] Государственная комиссия по сортоиспытаниям сельскохозяйственных культур Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан. Государственный реестр селекционных достижений агрокультур [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gcomsort.kz/главная/ (дата обращения: 18.12.2025).

[14] **Васильев, А.А.,** Горбунов А.К. Формирование урожая картофеля в зависимости от срока и глубины посадки: монография. – Челябинск: Изд-во Челябинского государственного университета, 2022.

[15] **Иванов, В.Т.,** Стеценко В.С., Гаас О.С., Дубина Н.Е. и др. Возделывание сельскохозяйственных культур в современных условиях Северо-Казахстанской области: рекомендации. – СК «СХОС» Чаглы, 2007. – 52 с.

[16] Рекомендации по проведению весенне-полевых работ, возделыванию зерновых и кормовых культур в Северо-Казахстанской области в 2006 году. – Петропавловск, 2006. – 128 с.

[17] Оптимизация защиты картофеля от вредных организмов // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». – 2018. – № 1.

[18] **Доспехов, Б.А.** Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований [Текст]. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

[19] **Гунько, Ю.В.,** Маханько В.Л. Динамика накопления урожая раннеспелыми сортообразцами картофеля // Картофелеводство. – 2016. – Т. 24. – № 1. – С. 7–16.

[20] **Черемесин, А.И.** Урожайность и характеристика сортов картофеля в условиях южной лесостепи Омской области РФ // Картофель и овощи. – 2022. – № 3. – С. 24.

[21] **Никулина, Н.И.** Анализ гибридного потомства картофеля по величине и количеству клубней в гнезде // Научные труды НИИ картофельного хозяйства. – М., 1972. – Вып. 12. – С. 61–66.

References:

[1] International Potato Center. Potato Facts and Figures. – Lima: CIP, 2024.

[2] **Pisarev B.A.,** Volovik A.S., Gusev S.A. Spravochnik kartofelevoda [Tekst]. – M.: Kolos, 1975. – 288 p. [in Russian]

[3] **Gol'dshtejn, V.G.,** Morozova A.A., Semenova A.V. Izuchenie svojstv razlichnyh sortov kartofelja dlja pererabotki na krahmal [Tekst] // Krahmal i ego proizvodnye. – 2023. – № 1. – P. 22–26. [in Russian]

[4] **Martynova, K.V.** Sovershenstvovanie priemov vozdelyvanija novyh sortov kartofelja na prodovol'stvennye i semennye celi v uslovijah Nechernozemnoj zony: dis. – Smolensk, 2022. [in Russian]

[5] **Chuvahina, L.G.** Osnovnye prioritety i perspektivy razvitija innovacionnoj sfery zarubezhnyh stran [Tekst] // Razvitie innovacionnoj sfery jekonomiki: rossijskij i zarubezhnyj opyt. – 2017. – P. 115–148. [in Russian]

[6] **Zjuzjukin, D.S.,** Buldakov S.A. Sortoispytanie kartofelja v uslovijah Sahalinskoj oblasti [Tekst] // Journal of Agriculture and Environment. – 2024. – № 11. [in Russian]

[7] **Tokbergenova, Z.,** Aitbayev, T., Sharipova, D., Jantassova, A., Makhanova, G., Ibraiymova, M., Konysbayeva, H. Potato (*Solanum tuberosum* L.) healthy planting material development through innovative methods // Sabrao Journal of Breeding and Genetics. – 2025. – Vol. 57. – № 3. – P. 1168–1179. http://doi.org/10.54910/sabrao2025.57.3.28

[8] **Anikina, I.N.,** Kajnidenov N.N., Krasij M.V., Kamarova A.N. Sravnitel'naja harakteristika razvitija i produktivnosti sortov kazahstanskoj selekcii v uslovijah severo-vostoka Kazahstana [Tekst] // BULLETIN of the L.N. Gumilyov Eurasian National University. BIOSCIENCE Series. – 2021. – Vol. 135. – № 2. – P. 28–37. [in Russian]

[9] **Khasanov, V.T.,** Yekaterinskaya, E.M., Sidorik, A.I., Udovitsky, A.S., Rogozina, E.V., Semeykin, V.I. Sravnitel'naja ocenka novyh sortov i selekcionnyh obrazcov kartofelja s pigmentirovannoj mjakot'ju klubnej v uslovijah Kostanajskoj oblasti [Tekst] // Herald of Science of S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University. – 2025. – № 2(125). – P. 54–74. https://doi.org/10.51452/kazatu.2025.2(125).1882 [in Russian]

[10] **Medelbek, M.,** Ansabaeva A., Kuanyshbaev S. Sovershenstvovanie tehnologii vozdelyvanija kartofelja v uslovijah severnogo regiona Kazahstana [Tekst] // 3i: Intellect, Idea, Innovation. – 2025. – № 1. – P. 161–167. https://doi.org/10.52269/22266070_2025_1_161 [in Russian]

[11] **Uskov, A.I.,** Oves, E.V., Uskova L.B. i dr. Semenovodstvo kartofelja: uchebnoe posobie [Tekst]. – M.: INFRA-M, 2026. – 162 p. [in Russian]

[12] **Nikolaeva, V.N.,** Zharkova S.V. Poluchenie ozdorovlennogo semennogo materiala kartofelja dlja original'nogo semenovodstva v gorno-stepnoj zone Vostochno-Kazahstanskoj oblasti Respubliki Kazahstan [Tekst] // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2019. – Vol. 4. – № 4–1. – P. 171–174. [in Russian]

[13] Gosudarstvennaja komissija po sortoispytanijam sel'skohozjajstvennyh kul'tur Ministerstva sel'skogo hozjajstva Respubliki Kazahstan. Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij agrokul'tur [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: https://gcomsort.kz/главная/ (data obrashhenija: 18.12.2025). [in Russian]

[14] **Vasil'ev, A.A.,** Gorbunov A.K. Formirovanie urozhaja kartofelja v zavisimosti ot sroka i glubiny posadki: monografija [Tekst]. – Cheljabinsk: Izd-vo Cheljabinskogo gosudarstvennogo universiteta, 2022. [in Russian]

[15] **Ivanov, V.T.,** Stecenko V.S., Gaas O.S., Dubina N.E. i dr. Vozdelyvanie sel'skohozjajstvennyh kul'tur v sovremennyh uslovijah Severo-Kazahstanskoj oblasti: rekomendacii [Tekst]. – SK «SHOS» Chagly, 2007. – 52 p. [in Russian]

[16] Rekomendacii po provedeniju vesenne-polevyh rabot, vozdelyvaniju zernovyh i kormovyh kul'tur v Severo-Kazahstanskoj oblasti v 2006 godu [Tekst]. – Petropavlovsk, 2006. – 128 p. [in Russian]

[17] Optimizacija zashhity kartofelja ot vrednyh organizmov [Tekst] // Prilozhenie k zhurnalu «Zashhita i karantin rastenij». – 2018. – № 1. [in Russian]

[18] **Dospehov, B.A.** Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij [Tekst]. – 5-e izd., pererab. i dop. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s. [in Russian]

[19] **Gun'ko, Ju.V.,** Mahan'ko V.L. Dinamika nakoplenija urozhaja rannespelymi sortoobrazcami kartofelja [Tekst] // Kartofelevodstvo. – 2016. – Vol. 24. – № 1. – P. 7–16. [in Russian]

[20] **Cheremesin, A.I.** Urozhajnost' i harakteristika sortov kartofelja v uslovijah juzhnoj lesostepi Omskoj oblasti RF [Tekst] // Kartofel' i ovoshhi. – 2022. – № 3. – P. 24. [in Russian]

[21] **Nikulina, N.I.** Analiz gibridnogo potomstva kartofelja po velichine i kolichestvu klubnej v gnezde [Tekst] // Nauchnye trudy NII kartofel'nogo hozjajstva. – M., 1972. – Vyp. 12. – P. 61–66. [in Russian]

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН АЙМАҒЫНА АРНАЛҒАН ЖАҢА ПЕРСПЕКТИВАЛЫ КАРТОП СОРТТАРЫНЫҢ БАСТАПҚЫ ТҰҚЫМ ШАРУАШЫЛЫҒЫН ЖҮРГІЗУ АРҚЫЛЫ КАРТОП ШАРУАШЫЛЫҒЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ

Горбачева В., картоп шаруашылығы зертханасының ғылыми қызметкері

«Солтүстік Қазақстан ауыл шаруашылығы тәжірибе станция» ЖШС, Шағалалы а., Солтүстік Қазақстан облысы, Қазақстан

Аңдатпа. Картоп ежелден адамзаттың ең құнды азық-түлік дақылдарының бірі ретінде танылған. Оның түйнектерінде адам ағзасы үшін негізгі энергия көздерінің бірі болып табылатын крахмал мол мөлшерде кездеседі, ал картоп ақуызы құрамында алмастырылмайтын аминқышқылдары бар. Картопқа деген сұраныстың артуына байланысты оның жалпы өнім көлемін ұлғайту қажеттілігі туындайды. Жалпы өнімді арттырудың негізгі жолдарының бірі – осы дақылдың өнімділігін жоғарылату. Өнімділікті арттырудың тиімді тәсілдерінің бірі жергілікті табиғи-климаттық жағдайларға бейімделген жаңа жоғары өнімді сорттарды өндіріске енгізу болып табылады.

2025 жылы Солтүстік Қазақстан облысының дала аймағында картоп сорттарына экологиялық сортсынау жүргізілді. Зерттеу нысаны ретінде жеті картоп сорты алынды: Тамаша және Нэрли – Көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының селекциясының сорты; Невский (бақылау), сондай-ақ шетелдік селекцияның Ред Скарлет, Кумир, Триумф және Гала сорттары алынды. Әр сорт бойынша 500 түйнек отырғызылды. Тәжірибе барысында өсімдіктердің даму кезеңдерінің барлығында фенологиялық бақылаулар жүргізілді. Өнімнің қалыптасу ерекшеліктері мен өнім қосымшасын анықтау мақсатында динамикалық қазбалар жүргізіліп, сабақ-жапырақ массасы, бір түптегі түйнектер саны мен олардың массасы, өсімдік биіктігі, сабақ саны және бір түйнектің орташа массасы есепке алынды.

Экологиялық сортсынау нәтижелері бойынша ең жоғары өнімділікті Ред Скарлет сорты көрсетті, оның өнімділігі 44,37 т/га болды. Отандық селекцияның Тамаша сорты бір түптен түзілген түйнектер саны бойынша ерекшеленіп, орта есеппен 8-ден астам түйнек қалыптастырды. Сонымен қатар бұл сорт бір түптегі түйнектердің орташа массасының жоғарылығымен сипатталып, Солтүстік

Қазақстан жағдайында жоғары өнім қалыптастыру әлеуетінің бар екендігін көрсетті.

Тірек сөздер: *Solanum tuberosum* L., экологиялық сортсынау, фенологиялық бақылаулар, биометриялық есепке алу, өнімділік.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF POTATO PRODUCTION THROUGH PRIMARY SEED PRODUCTION OF NEW PROMISING VARIETIES FOR THE NORTHERN KAZAKHSTAN REGION

Gorbacheva V., Researcher, Potato Breeding and Cultivation Laboratory

LLP «North Kazakhstan Agricultural Experimental Station», North Kazakhstan region, Shagalaly village, Kazakhstan

Abstract. Potato has long been recognized as one of the most valuable food crops for human nutrition. Its tubers are rich in starch, which serves as a major source of dietary energy, while potato protein contains essential amino acids required for human health. The increasing demand for potatoes necessitates a steady rise in gross production, which can primarily be achieved through improvements in crop productivity. One of the most effective approaches to increasing potato yield is the introduction of new high-yielding cultivars adapted to local agroclimatic conditions.

In 2025, an ecological variety trial of potato cultivars was conducted in the steppe zone of the North Kazakhstan Region. The study evaluated seven potato cultivars: Tamasha and Nerli, developed by the Kazakh Research Institute of Potato and Vegetable Growing (KazRIIPVG); Nevsky (used as the standard cultivar); and the foreign cultivars Red Scarlett, Kumir, Triumph, and Gala. Each cultivar was represented by 500 seed tubers. Phenological observations were carried out throughout all stages of plant development. To assess yield formation and determine yield advantages, sequential harvests were performed during the growing season. The following traits were recorded: aboveground biomass, number and weight of tubers per plant, plant height, number of stems per plant, and average tuber weight.

The ecological variety trial demonstrated that the cultivar Red Scarlett achieved the highest marketable yield, reaching 44.37 t/ha. Among the domestic cultivars, Tamasha exhibited the greatest number of tubers per plant, averaging more than eight tubers per bush, as well as a high average tuber weight per plant, indicating considerable potential for high productivity under the agroecological conditions of Northern Kazakhstan.

Keywords: *Solanum tuberosum* L., ecological variety trial, phenological observations, biometric measurements, yield.

IRSTI 68.35.03 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.350

ROLE OF PHENOLOGICAL PERIODS IN GRAIN YIELD FORMATION OF SPRING WHEAT ACCESSIONS FROM DIFFERENT MATURITY GROUPS UNDER DRY STEPPE CONDITIONS OF NORTHERN KAZAKHSTAN

Dolinny Yu. Yu., Candidate of agricultural Sciences
ura_dolin@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-5820-0804
Zhirnova I. A.[*], PhD
ira777.89@mail.ru, https://orcid.org/0000-0003-1716-8793
Kalibayev B.B., PhD
b.kalibayev01@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-8116-1150
Miller E.A.
yevgeniya.miller.81@bk.ru, https://orcid.org/0009-0007-4658-1858
Melkonyan S. M
sabi.melkonyan.05@mail.ru; https://orcid.org/0009-0008-0601-0142

A.I. Barayev Scientific and Production Center for Grain Farming Nauchny, Shortandy District, Akmola Region, Kazakhstan

Annotation. This study was conducted to evaluate the duration of the main phenological phases in spring soft wheat (*Triticum aestivum* L.) accessions belonging to different maturity groups and to determine their contribution to grain yield formation in the dry steppe zone of northern Kazakhstan. The research was conducted in 2021-2023 at the A.I. Barayev Scientific and Production Center for Grain Farming using a collection of 99 spring soft wheat accessions of various ecological and geographical origins. The accessions were divided into early-ripening, mid-season, and mid-late groups depending on the duration of the growing season. Phenological observations included recording the dates of germination, heading, and wax ripeness. Data were processed using analysis of variance (ANOVA), Tukey's multiple comparison test (HSD), and Pearson's correlation analysis. The results of studies between maturity groups for the duration of the overall growing season and the "seedling-to-heading" period were statistically significant, while the duration of the "heading-to-wax ripeness" period and average grain yield did not differ statistically significantly. The increase in the overall growing season was primarily due to an extension of the "seedling-to-heading" period. A positive correlation between the duration of the "seedling-to-heading" period and grain yield was established for early- and mid-late-ripening varieties. No statistically significant relationships were found in the mid-ripening group. Graphical analysis revealed the following varieties: Tyumenskaya 27, Zauralskaya Volna, Niva Priirtyshya, Start, L.654, and Stepnodar 90, which combine favorable phenological characteristics with high yield. The study results indicate that the germination-to-heading period is the main phenological component determining differences between maturity groups and can be considered an important breeding trait for increasing the adaptability and yield stability of spring soft wheat in northern Kazakhstan.

Keywords: spring soft wheat maturity groups, phenological phases, emergence-heading period, yield.

Introduction. Bread wheat (*Triticum aestivum* L.) provides a significant proportion of calories and protein consumed worldwide and therefore remains a key crop for global food security [1]. Maintaining stable wheat production has become increasingly challenging as climate change has altered temperature regimes, precipitation patterns, and the frequency of droughts and heat waves affecting many wheat-growing regions [2,3]. These environmental changes modify crop development, shorten critical growth stages, and can reduce grain yield, making adaptation to changing climatic conditions a major challenge in modern wheat breeding. For this reason, increasing attention is being paid to phenological adaptation, as the timing of developmental stages determines whether sensitive reproductive processes occur under favorable or stressful environmental conditions [4].

Phenological development in wheat results from complex interactions between genotype and environment and is primarily regulated by the vernalization (VRN), photoperiod (PPD) and

earliness per se (EPS) gene systems, which determine the duration of successive developmental stages and synchronize flowering with favorable environmental conditions [5]. Among the developmental phases, the emergence-heading (EH) period is considered particularly important because it determines the duration of vegetative growth, vegetative development, spike differentiation and the potential number of grains per unit area [6].

In contrast, the heading-maturation period (HWP) primarily involves grain filling and physiological maturation and is more dependent on environmental conditions during the reproductive stage. A longer period before flowering is associated with greater accumulation of spike biomass and an increase in the number of grains, which may contribute to increased grain yield under favorable growing conditions. However, under water-stressed conditions, earlier heading may provide an adaptive advantage, allowing plants to avoid drought at the end of the growing season [7]. These observations suggest that the influence of individual phenological phases on grain yield depends on the interaction between developmental characteristics and the environment.

Spring wheat in northern Kazakhstan is grown in highly variable weather conditions typical of a sharply continental climate. Significant temperature and precipitation fluctuations from year to year often expose crops to drought and heat stress during the reproductive development period, making stable grain production a constant challenge for breeders [8]. Therefore, improving adaptation through appropriate phenological development remains a top priority for regional breeding programs. Although many studies have examined the influence of environmental factor on wheat phenology, significantly less attention has been paid to the role of individual developmental periods in determining grain yield in specific maturity groups. This aspect remains understudied in the arid steppe conditions of northern Kazakhstan.

Previous studies conducted under the conditions of Northern Kazakhstan have primarily focused on the evaluation of agronomic and yield-related traits and the identification of promising breeding material using multivariate statistical approaches. However, the contribution of individual phenological phases to grain yield within different maturity groups has remained insufficiently investigated [9,10,11]. Therefore, the objective of the present study was to evaluate the duration of the emergence-heading, heading-maturity and total vegetation periods in spring wheat accessions representing different maturity groups and to determine their relationships with grain yield under the environmental conditions of Northern Kazakhstan.

Materials and Methods. Field experiments were conducted over three growing seasons (2021-2023) at the A.I. Barayev Scientific and Production Center for Grain Farming, Nauchnyy village, Akmola region, northern Kazakhstan. The experimental site is located in the dry steppe zone, which is the main spring wheat growing region in the country.

The study examined 99 accessions of spring soft wheat (*Triticum aestivum* L.) of various ecological and geographical origins. The collection was evaluated in accordance with the guidelines of the N.I. Vavilov Institute of Plant Genetic Resources (VIR) [12]. Sowing was carried out at the recommended time for the region using an SSFC-7 seeder. Each accession was grown in 2 m^2 plots with two replicates, according to the standard experimental design adopted in wheat breeding. Throughout the experiment, all accessions were cultivated using the same agricultural practices recommended for growing spring bread wheat in northern Kazakhstan. Grain was harvested at full maturity using a Wintersteiger combine.

Phenological observations were conducted throughout the growing season by recording the dates of emergence, heading, and wax maturity. Based on these observations, three development periods were calculated: emergence-heading (EH), heading-wax maturity (HW), and the full growing season (VP). For subsequent analysis, accessions were assigned to maturity groups based on the average length of the growing season over the three experimental years. Three maturity groups were identified: early-maturing (75-83 days), medium-maturing (84-86 days), and medium-late (≥87 days). For each accession, three-year mean values (2021–2023) were calculated for the duration of the emergence–heading (EH), heading–wax maturity (HW), and total vegetation period (VP), as well as for grain yield. These three-year mean values were subsequently used for comparisons among maturity groups.

Statistical analysis included descriptive statistics, one-way analysis of variance (ANOVA), Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) test, and Pearson's correlation analysis. Mean values, standard deviations, and coefficients of variation were calculated for the evaluated traits within each maturity group. Differences among maturity groups were assessed using one-way ANOVA, followed by Tukey's HSD test for pairwise comparisons at $p < 0.05$. Pearson's correlation coefficients between the duration of phenological periods and grain yield were calculated separately for each maturity group. All analyses were performed in R version 4.5.2 using standard statistical functions available in the R environment [13].

Result and discussion. Phenological development is one of the principal characteristics distinguishing maturity groups in spring wheat. To obtain an initial overview of trait variation, the average value, standard deviations, and coefficients of variation were calculated for each maturity group. The descriptive statistics are presented in Table1.

Table 1 – Descriptive statistics of phenological traits and grain yield

Trait	Statistic	Early-maturing	Medium - maturing	Medium-late
Vegetation period (VP), days	Mean	81.2	84.8	87.3
	SD	1.05	0.97	0.85
	CV, %	1.30	1.15	0.97
Emergence-heading (EH), days	Mean	39.3	42.6	44.4
	SD	2.31	2.28	2.19
	CV, %	5.87	5.36	4.94
Heading – wax maturity (HW), days	Mean	42.0	42.3	42.6
	SD	2.13	2.39	1.52
	CV, %	5.07	5.65	3.56
Grain yield, g/m^2	Mean	181.0	198.0	198.0
	SD	31.6	42.3	38.6
	CV, %	17.4	21.4	19.4

Descriptive statistics showed variation in phenological development among the maturity groups (Table 1). The total duration of the vegetation period (VP) increased from 81.2 days in early maturity accessions to 84.8 and 87.3 days in the medium and medium-late maturing groups, respectively. This pattern is largely explained by variations in the emergence – heading period (EH), which ranged from 39.3 to 44.4 days across the maturity groups. The duration of the heading –wax maturity period (HW) varied only slightly, ranging from 42.0 to 42.6 days.

Average yields across groups were 181.0 g/m^2 for early – maturing samples and 198.0 g/m^2 for medium and medium late maturity samples.

The coefficients of variation for phenological traits remained below 6%, indicating relatively low variability in developmental timing. In comparison, grain yield showed considerably greater variability, with CV values ranging from 17.4 to 21.4%. The results of the statistical analysis show that differences between maturity groups developed primarily during the emergence-heading period. However, the overall growing season gradually increased from early-maturing to medium-late maturing samples, while the reproductive phase remained remarkably similar across all groups. A similar pattern was observed for spring wheat grown in the continental conditions of the Northern Kazakhstan, where differences in the growing season develop primarily in the early stages of plant development (Lutchenko et al, 2022) [10]. Hyles et al (2020) [4] likewise emphasized that adaptation of wheat maturity is largely achieved through variation in developmental processes before heading. Therefore, the emergence – heading period appears to be principal phenological trait distinguishing the maturity groups evaluated in the present study.

While these descriptive statistics provide a clear overview of the observed variation, they do not indicate whether the differences among maturity groups are statistically significant. To verify this, the data were subjected to one way analysis of variance (ANOVA), and the results are presented in the Table 2.

Table 2 – One way ANOVA comparing phenological traits and grain yield among maturity groups

Trait	df (between group, residual)	F	p-value
Vegetation period (VP), days	2,96	313.2	<0.001
Emergence-heading (EH), days	2,96	43.55	<0.001
Heading – wax maturity (HW), days	2,96	0.60	0.551
Grain yield, g/m^2	2,96	2.50	0.088

One-way ANOVA revealed significant effects of maturity groups on the total vegetation period (VP) and emergence-heading period (EH) (Table 2). The largest variation among maturity groups was observed for the total vegetation period ($F=313.20$, $p<0.001$), followed by emergence-heading period ($F=43.55$, $p<0.001$). By contrast, neither the heading–wax maturity period (HW; $F = 0.60$, $p = 0.551$) nor grain yield ($F = 2.50$, $p = 0.088$) differed significantly among maturity groups. These results demonstrate that differences in maturity were associated mainly with development processes before heading rather than with the duration of grain filling.

The absence of significant differences in the heading–wax maturity period suggests that the extension of the total vegetation period resulted primarily from variation in pre-heading development. This agrees with the concept that adaptation of spring wheat maturity is achieved mainly through changes in pre-heading development, while the reproductive phase remains comparatively stable. Similar conclusions were reported by Villegas et al (2016) [14], who showed that grain filling duration is influenced predominantly by environmental conditions during reproductive growth and therefore exhibits less genetic variation than the period preceding heading. Under the dry-steppe conditions of Northern Kazakhstan, the present results indicate that differentiation among maturity groups is established largely before heading, whereas the duration of the heading–wax maturity period changes only slightly. Although ANOVA confirmed the presence of overall differences among the maturity groups, it does not identify which specific groups differ from one another. Therefore, multiple pairwise comparisons were performed using Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) test, and the results are presented in Table 3.

Table 3 – Tukey's HSD multiple comparison test

Vegetation period

Comparison	Mean difference	Lower CI	Upper CI	p-value
Early-maturing	6.08	5.47	6.69	<0.001
Medium - maturing	3.65	3.10	4.19	<0.001
Medium-late	-2.43	-3.08	-1.77	<0.001

Emergence-heading (EH)

Comparison	Mean difference	Lower CI	Upper CI	p-value
Early-maturing	5.10	3.70	6.51	<0.001
Medium - maturing	3.37	2.12	4.63	<0.001
Medium-late	-1.73	-3.24	-0.22	0.021

Heading – wax maturity (HW)

Comparison	Mean difference	Lower CI	Upper CI	p-value
Early-maturing	0.59	-0.70	1.89	0.524
Medium - maturing	0.25	-0.92	1.41	0.869
Medium-late	-0.35	-1.74	1.05	0.826

Grain-yield

Comparison	Mean difference	Lower CI	Upper CI	p-value
Early-maturing	17.03	-5.67	39.72	0.180
Medium - maturing	16.20	-4.14	36.54	0.145
Medium-late	-0.83	-25.24	23.58	0.996

Tukey's HSD test showed that the total vegetation period (VP) differed significantly among all maturity groups (Table 3). The greatest difference was observed between the early- and medium

late – maturing accessions (6.08 days), whereas the medium - and medium late – maturing groups differed by only 2.43 days, although this difference remained statistically significant ($p<0.001$).

A comparable trend was found for the emergence – heading period (EH). Early-maturing accessions reached heading significantly earlier than both the medium – and medium – late maturing groups. Although the difference between the latter two groups was relatively small (1.73 days), it was also statistically significant ($p=0.021$).

No significant differences were detected for the heading – wax maturity period (HW) or grain yield ($p>0.05$). Thus, the separation of the evaluated accessions into maturity groups was determined mainly by variation in the pre-heading development phase, whereas the duration of grain filling remained remarkably similar across all groups.

The results of Tukey's test refine the ANOVA findings by showing that phenological differentiation followed a gradual rather than abrupt period. The medium-maturing group occupied an intermediate position between the early- and medium-late-maturing groups for both the total vegetation period and the emergence-heading period. Such a distribution suggests continuous variation in developmental timing rather than the presence of sharply defined maturity classes.

The lack of significant differences in the heading – wax maturity period further supports the conclusion that most of the variation developed before heading. Similar relationships have been reported in studies of spring wheat under continental climatic conditions, where the pre-heading period accounted for most of the variation in maturity, whereas the reproductive phase remained comparatively stable (Hyles et al., 2020, Morgounov et al., 2024) [4,15]. These observations indicate that breeding for different maturity groups under the conditions of Northern Kazakhstan relies primarily on modifying vegetative development rather than on extending the grain-filling period. Although Tukey's test identified the maturity groups that differed significantly in phenological development, it does not explain whether these differences are associated with grain yield. To examine this relationship Pearson's correlation analysis was performed separately for each maturity group. The results are present in Table 4. The relationship between phenological development and grain yield depended on the development characteristics of the assessed samples, as shown by the obtained correlation coefficients, which differed between groups according to ripening time (Table 4). A weak positive correlation ($r = 0.36$, $p = 0.001$) was found between the yield of early maturing grain varieties and the increase in the duration of the period from germination to heading (EH), while the period from heading to wax maturity (HW) was negatively correlated with productivity ($r = –0.46$, $p = 0.001$). No relationship was found between grain yield and the vegetation period (VP).

Table 4 – Pearson correlation coefficients between phenological traits and grain yield

Trait	Early - Maturing		Medium-maturing		Medium-late	
	r	p	r	p	r	p
VP – Yield	-0.09	0.559	0.13	0.477	0.36	0.103
EH – Yield	0.36	0.001	0.07	0.709	0.59	0.004
HW – Yield	-0.46	0.001	-0.02	0.895	-0.30	0.174

In the medium maturing group of samples, no significant correlations were found with any of the assessed phenological traits ($p>0.05$), suggesting that differences in development time were not the primary factor influencing productivity in this group. For medium late season samples, grain yield was positively correlated with emergence – heading period ($r=0.59$, $p=0.004$), while no significant relationships were found for either the total growing season or the heading-to-wax maturity period. The emergence – heading period was the only phenological trait that consistently demonstrated a relationship with grain yield, although both the strength and direction of this relationship varied across maturity groups.

The results indicate that prolongation of vegetative development before heading may contribute to higher productivity in some maturity groups, but this response cannot be regarded as universal. Similar conclusions were reported by Gonzalez et al (2011) and Foulkes et al. (2011),

who demonstrated that moderate extension of the pre- anthesis period promote spike growth, floret survival and grain number under favorable environmental conditions [6,7]. At the same time, the absence of significant correlations in the medium maturing group suggests that variation in grain yield was influenced by additional factors beyond phenological duration alone.

Comparable observations were obtained in the KASIB spring wheat collection, where heading date was identified as an important adaptive trait associated with grain productivity (Morgounov et al., 2024) [15]. The present study extends these findings by showing that the contribution of the emergence – heading differs among maturity groups. Consequently, optimization of phenological development should be considered separately for each maturity group when selecting breeding material. To illustrate this relationship, the association between the emergence-heading period and grain yield was examined for individual accessions within each maturity group. Figure 1 presents the distribution of spring bread wheat accessions according to the duration of the emergence-heading period and mean grain yield within the different maturity groups.

Accessions with comparable phenological characteristics frequently differed in productivity, indicating that the length of the emergence-heading period alone was insufficient to explain grain yield variation. At the same time, several accessions consistently combined favorable developmental timing with high productivity and therefore represent promising breeding material. Tyumenskaya 27 and Zauralskaya Volna showed the best performance among early maturing accessions, whereas Niva Priirtyshya and Start were distinguished within the medium maturing group. In the medium – late group, L. 654 and Stepnodar 90 were characterized by both an extended emergence-heading period and grain yield, making them valuable candidates for breeding programs under the environmental conditions of Northern Kazakhstan.

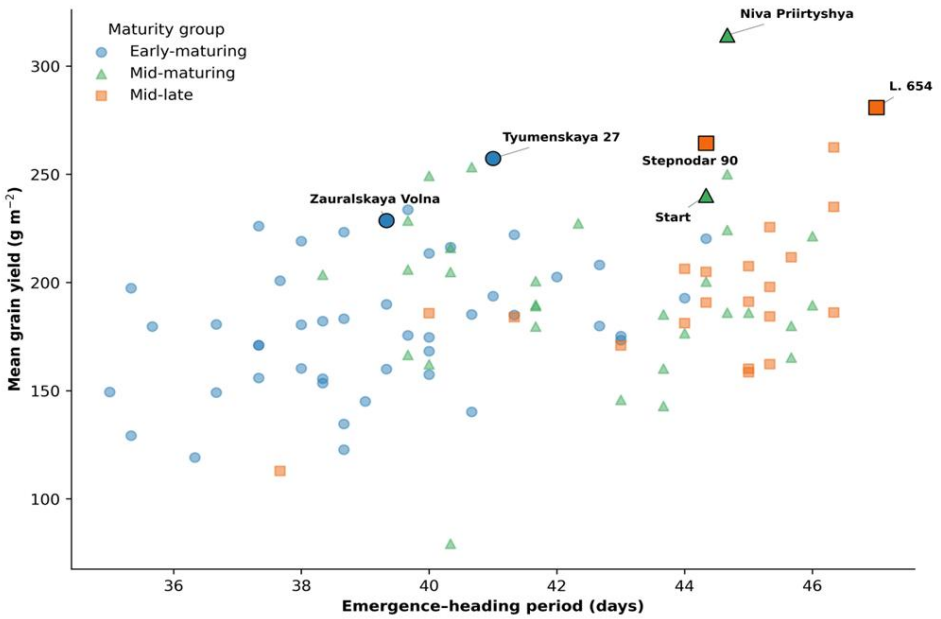


Figure 1 – Distribution of spring wheat genotypes according to the emergence – heading period and mean grain yield across maturity groups

The graphical evaluation provides additional evidence that phenological development should be considered together with grain productivity during the selection of breeding material. Although accessions with similar developmental timing were present within each maturity group, their grain yield differed considerably, emphasizing the importance of simultaneous evaluation of phenological and agronomic traits. These observations are consistent with our previous study of the same spring wheat collection, in which multivariate statistical analyses and selection indices identified several of these accessions as highly productive genotypes (Dolinny et al., 2025) [11]. The present results extend those findings by demonstrating that favorable agronomic performance is accompanied by advantageous phenological characteristics under the dry-steppe conditions of Northern Kazakhstan.

Conclusion. The present study evaluated the duration of the principal phenological phases and their relationships with grain yield in 99 spring bread wheat genotypes representing three maturity groups under the environmental conditions of Northern Kazakhstan. The obtained results demonstrated that phenological differentiation among maturity groups was determined primarily by variation in the duration of the emergence-heading period, whereas the heading-wax maturity period remained comparatively stable.

Despite significant differences in phenological development, mean grain yield did not differ among maturity groups, indicating that different maturity strategies may provide comparable productivity under the dry-steppe conditions of Northern Kazakhstan. Correlation analysis further showed that the influence of the emergence-heading period on grain yield was maturity-group dependent. Significant positive relationships were detected in the early- and medium-late maturity groups, whereas no significant association was observed among medium-maturing genotypes.

The graphical analysis identified Tyumenskaya 27, Zauralskaya Volna, Niva Priirtyshya, Start, L.654, and Stepnodar 90 as promising breeding material combining favorable phenological characteristics with high grain productivity. These accessions represent valuable parental material for breeding programs aimed at improving adaptation and yield stability under the environmental conditions of Northern Kazakhstan. Overall, the results indicate that optimization of the emergence-heading period, rather that extension of the total vegetation period, should be considered an important breeding target for the development of highly adapted and productive spring bread wheat cultivars.

Financing. This research was funded by the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan BR22885305 Breeding and genetic agrobiodiversity development technology (long-term storage, restoration, monitoring, rational use) as basic for improving breeding programs of the Republic of Kazakhstan (2024-2026).

Literature:

[1] FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. – Available online: https://www.fao.org/faostat/ (accessed: 20.01.2025).

[2] **Asseng, S.,** Ewert F., Martre P., Rötter R. P., Lobell D. B., Cammarano D., Kimball B. A., Ottman M. J., Wall G. W., White J. W., Reynolds M. P., Alderman P. D., Prasad P. V. V., Aggarwal P. K., Anothai J., Basso B., Biernath C., Challinor A. J., De Sanctis G., Doltra J., Fereres E., Garcia-Vila M., Gayler S., Hoogenboom G., Hunt L. A., Izaurralde R. C., Jabloun M., Jones C. D., Kersebaum K. C., Koehler A-K., Müller C., Naresh Kumar S., Nendel C., O'Leary G., Olesen J. E., Palosuo T., Priesack E., Eyshi Rezaei E., Ruane A. C., Semenov M. A., Shcherbak I., Stöckle C., Stratonovitch P., Streck T., Supit I., Tao F., Thorburn P. J., Waha K., Wang E., Wallach D., Wolf J., Zhao Z.& Zhu Y. Rising temperatures reduce global wheat production // *Nature Climate Change*. – 2015. – Vol. 5. – P. 143–147. https://doi.org/10.1038/nclimate2470

[3] **Zhao, C.,** Liu B., Piao S., Wang X., Lobell D.B., Huang Y. Huang M., Yao Y., Bassu S., Ciais Ph., Durand J-L, Elliott J., Ewert F., Janssens I. A., Li T., Lin E., Liu Q., Martre P., Müller C., Peng Sh., Peñuelas J., Ruane A. C., Wallach D., Wang T., Wu D., Liu Zh., Zhu Y., Zhu Z., Asseng S. Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2017. – Vol. 114(35). – P. 9326–9331. https://doi.org/10.1073/pnas.1701762114

[4] **Hyles, J.,** Bloomfield M.T., Hunt J.R., Trethowan R.M., Trevaskis B. Phenology and related traits for wheat adaptation // *Heredity*. – 2020. – Vol. 125(6). – P. 417–430. https://doi.org/10.1038/s41437-020-0320-1

[5] **Trevaskis, B.** The central role of the *VERNALIZATION1* gene in the vernalization response of cereals // *Functional Plant Biology*. – 2010. – Vol. 37(6). – P. 479–487. https://doi.org/10.1071/FP10056

[6] **González, F.G.,** Miralles D.J., Slafer G.A. Wheat floret survival as related to pre-anthesis spike growth // *Journal of Experimental Botany*. – 2011. – Vol. 62, № 14. – P. 4889–4901. https://doi.org/10.1093/jxb/err182

[7] **Foulkes, M.J.,** Slafer G.A., Davies W.J., Berry P.M., Sylvester-Bradley R., Martre P., Calderini D.F., Griffiths S., Reynolds M.P**.** Raising yield potential of wheat. III. Optimizing partitioning to grain while maintaining lodging resistance // *Journal of Experimental Botany*. – 2011. – Vol. 62. – № 2. – P. 469–486. https://doi.org/10.1093/jxb/erq300

[8] **Savin, T.,** Turuspekov Y., Amalova A., Anuarbek S., Babkenov A., Chudinov V., Fedorenko E., Kairzhanov Y., Maulenbay A., Sereda G., Sereda S., Tajibayev D., Tsygankov V., Tsygankov A., Zotova L., Morgounov A. Spring Wheat Breeding in Northern Kazakhstan: Drivers of Diversity and Performance // *Crops*. – 2025. – Vol. 5. – № 5. – Art. 63. https://doi.org/10.3390/crops5050063

[9] **Акшалов, К.А.,** Байшоланов С.С., Баймуканова О.Н., Ауесханов Д.А., Кужинов М.Б. Анализ агрометеорологических условий вегетационного периода 2020 и 2021 годов в Северном Казахстане: особенности и меры адаптации к изменению климата // *Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина.* – 2022. – № 3(114). – С. 161–176. https://doi.org/10.51452/kazatu.2022.3(114).1166

[10] **Лутченко, Ж.И.,** Соловьев О.Ю., Федоренко Е.Н., Евсеенко И.А. Зависимость вегетационного периода и урожайности яровой пшеницы от срока посева в условиях изменяющегося климата // *Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина.* – 2022. – № 4(115). – С. 96–105. https://doi.org/10.51452/kazatu.2022.4.1255

[11] **Dolinny, Y.**, Esimbekova M., Savin T., Rysbekova A., Kobernitsky V., Miller Y., Dyussibayeva E., Abylkairova M., Zeinullina A., Zhirnova I. Trait-based clustering and index ranking to identify high-yielding spring wheat genotypes under the conditions of Northern Kazakhstan // *Brazilian Journal of Biology*. – 2025. – Vol. 85. – Art. e300898. https://doi.org/10.1590/1519-6984.300898

[12] Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале: методические указания. – Санкт-Петербург: Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВИР), 1999. – 61 с.

[13] RStudio, Team. RStudio: Integrated Development for R; RStudio. Inc.: Boston, FL, USA, 2015. Available online: https://support.posit.co/hc/en-us/articles/206212048-Citing-RStudio (accessed on 20 January 2025)

[14] **Villegas, D.,** Alfaro C., Ammar K., Cátedra M.M., Crossa J., García del Moral L.F., Royo C. Daylength, temperature and solar radiation effects on the phenology and yield formation of spring durum wheat // *Journal of Agronomy and Crop Science*. – 2016. – Vol. 202. – № 3. – P. 203–216. https://doi.org/10.1111/jac.12146

[15] **Morgounov, A.,** Babkenov A., Ben C., Chudinov V., Dolinny Y., Dreisigacker S., Fedorenko E., Gentzbittel L., Rasheed A., Savin T., Shepelev S., Zhapayev R., Shamanin V. Molecular Markers Help with Breeding for Agronomic Traits of Spring Wheat in Kazakhstan and Siberia // *Genes*. – 2024. – Vol. 15. – № 1. – Art. 86. https://doi.org/10.3390/genes15010086

Reference:

[1] FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. – Available online: https://www.fao.org/faostat/ (accessed: 20.01.2025).

[2] **Asseng, S.,** Ewert F., Martre P., Rötter R. P., Lobell D. B., Cammarano D., Kimball B. A., Ottman M. J., Wall G. W., White J. W., Reynolds M. P., Alderman P. D., Prasad P. V. V., Aggarwal P. K., Anothai J., Basso B., Biernath C., Challinor A. J., De Sanctis G., Doltra J., Fereres E., Garcia-Vila M., Gayler S., Hoogenboom G., Hunt L. A., Izaurralde R. C., Jabloun M., Jones C. D., Kersebaum K. C., Koehler A-K., Müller C., Naresh Kumar S., Nendel C., O'Leary G., Olesen J. E., Palosuo T., Priesack E., Eyshi Rezaei E., Ruane A. C., Semenov M. A., Shcherbak I., Stöckle C., Stratonovitch P., Streck T., Supit I., Tao F., Thorburn P. J., Waha K., Wang E., Wallach D., Wolf J., Zhao Z.& Zhu Y. Rising temperatures reduce global wheat production // *Nature Climate Change*. – 2015. – Vol. 5. – P. 143–147. https://doi.org/10.1038/nclimate2470

[3] **Zhao, C.,** Liu B., Piao S., Wang X., Lobell D.B., Huang Y. Huang M., Yao Y., Bassu S., Ciais Ph., Durand J-L, Elliott J., Ewert F., Janssens I. A., Li T., Lin E., Liu Q., Martre P., Müller C., Peng Sh., Peñuelas J., Ruane A. C., Wallach D., Wang T., Wu D., Liu Zh., Zhu Y., Zhu Z., Asseng S. Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2017. – Vol. 114(35). – P. 9326–9331. https://doi.org/10.1073/pnas.1701762114

[4] **Hyles, J.,** Bloomfield M.T., Hunt J.R., Trethowan R.M., Trevaskis B. Phenology and related traits for wheat adaptation // *Heredity*. – 2020. – Vol. 125(6). – P. 417–430. https://doi.org/10.1038/s41437-020-0320-1

[5] **Trevaskis, B.** The central role of the *VERNALIZATION1* gene in the vernalization response of cereals // *Functional Plant Biology*. – 2010. – Vol. 37(6). – P. 479–487. https://doi.org/10.1071/FP10056

[6] **González, F.G.,** Miralles D.J., Slafer G.A. Wheat floret survival as related to pre-anthesis spike growth // *Journal of Experimental Botany*. – 2011. – Vol. 62, № 14. – P. 4889–4901.

https://doi.org/10.1093/jxb/err182

[7] **Foulkes, M.J.,** Slafer G.A., Davies W.J., Berry P.M., Sylvester-Bradley R., Martre P., Calderini D.F., Griffiths S., Reynolds M.P. Raising yield potential of wheat. III. Optimizing partitioning to grain while maintaining lodging resistance // *Journal of Experimental Botany*. – 2011. – Vol. 62. – № 2. – P. 469–486. https://doi.org/10.1093/jxb/erq300

[8] **Savin, T.,** Turuspekov Y., Amalova A., Anuarbek S., Babkenov A., Chudinov V., Fedorenko E., Kairzhanov Y., Maulenbay A., Sereda G., Sereda S., Tajibayev D., Tsygankov V., Tsygankov A., Zotova L., Morgounov A. Spring Wheat Breeding in Northern Kazakhstan: Drivers of Diversity and Performance // *Crops*. – 2025. – Vol. 5. – № 5. – Art. 63. https://doi.org/10.3390/crops5050063

[9] **Akshalov, K.A.,** Bajsholanov S.S., Bajmukanova O.N., Aueshanov D.A., Kuzhinov M.B. Analiz agrometeorologicheskih uslovij vegetacionnogo perioda 2020 i 2021 godov v Severnom Kazahstane: osobennosti i mery adaptacii k izmeneniju klimata // Vestnik nauki Kazahskogo agrotehnicheskogo universiteta im. S. Sejfullina. – 2022. – № 3(114). – S. 161–176. https://doi.org/10.51452/kazatu.2022.3(114).1166 [in Russian]

[10] **Lutchenko, Zh.I.,** Solov'ev O.Ju., Fedorenko E.N., Evseenko I.A. Zavisimost' vegetacionnogo perioda i urozhajnosti jarovoj pshenicy ot sroka poseva v uslovijah izmenjajushhegosja klimata // Vestnik nauki Kazahskogo agrotehnicheskogo universiteta im. S. Sejfullina. – 2022. – № 4(115). – S. 96–105. https://doi.org/10.51452/kazatu.2022.4.1255 [in Russian]

[11] **Dolinny, Y**., Esimbekova M., Savin T., Rysbekova A., Kobernitsky V., Miller Y., Dyussibayeva E., Abylkairova M., Zeinullina A., Zhirnova I. Trait-based clustering and index ranking to identify high-yielding spring wheat genotypes under the conditions of Northern Kazakhstan // *Brazilian Journal of Biology*. – 2025. – Vol. 85. – Art. e300898. https://doi.org/10.1590/1519-6984.300898

[12] Popolnenie, sohranenie v zhivom vide i izuchenie mirovoj kollekcii pshenicy, jegilopsa i tritikale: metodicheskie ukazanija. – Sankt-Peterburg: Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut rastenievodstva im. N.I. Vavilova (VIR), 1999. – 61 s. [in Russian]

[13] **RStudio,** Team. RStudio: Integrated Development for R; RStudio. Inc.: Boston, FL, USA, 2015. Available online: https://support.posit.co/hc/en-us/articles/206212048-Citing-RStudio (accessed on 20 January 2025)

[14] **Villegas, D.,** Alfaro C., Ammar K., Cátedra M.M., Crossa J., García del Moral L.F., Royo C. Daylength, temperature and solar radiation effects on the phenology and yield formation of spring durum wheat // *Journal of Agronomy and Crop Science*. – 2016. – Vol. 202. – № 3. – P. 203–216. https://doi.org/10.1111/jac.12146

[15] **Morgounov, A.,** Babkenov A., Ben C., Chudinov V., Dolinny Y., Dreisigacker S., Fedorenko E., Gentzbittel L., Rasheed A., Savin T., Shepelev S., Zhapayev R., Shamanin V. Molecular Markers Help with Breeding for Agronomic Traits of Spring Wheat in Kazakhstan and Siberia // *Genes*. – 2024. – Vol. 15. – № 1. – Art. 86. https://doi.org/10.3390/genes15010086

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ ҚҰРҒАҚ ДАЛАЛЫ АЙМАҚ ЖАҒДАЙЫНДА ПІСУ ТОБЫ ӘРТҮРЛІ ЖАЗДЫҚ ЖҰМСАҚ БИДАЙ ҮЛГІЛЕРІНІҢ ӨНІМ ҚАЛЫПТАСТЫРУДАҒЫ ФАЗААРАЛЫҚ КЕЗЕҢДЕРІНІҢ РӨЛІ

Долинный Ю. Ю., кандидат сельскохохяйственных наук
Жирнова И. А.*, PhD
Калибаев Б.Б., PhD
Миллер Е. А., кіші ғылыми қызметкер
Мелконян С.М., кіші ғылыми қызметкер

«А.И. Бараев атындағы Астық шаруашылығы ҒӨО» ЖШС, Научный кенті, Қазақстан

Андатпа. Осы зерттеудің мақсаты әртүрлі пісу топтарына жататын жаздық жұмсақ бидай (*Triticum aestivum* L.) үлгілерінің негізгі фенологиялық кезендерінің ұзақтығын зерттеу және олардың Солтүстік Қазақстанның құрғақ дала аймағы жағдайында астық өнімділігінің қалыптасуына қосатын үлесін анықтау болды. Зерттеулер 2021-2023 жылдары А.И Бараев атындағы Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығында әртүрлі экологиялық-географиялық тектегі жаздық жұмсақ бидайдың 99 үлгісінен тұратын коллекцияны пайдалана отырып жүргізілді.Үлгілер вегетациялық кезеңінің ұзақтығына карай ерте пісетін, орташа пісетін және орташа кеш пісетін топтарға бөлінді. Фенологиялық бақылаулар көктеу, масақтану және балауызданып пісу фазаларының басталу

мерзімдерін тіркеу арқылы жүргізілді. Алынған деректерді өндеу үшін дисперсиялық талдау (ANOVA), Тьюкидің (HSD) көптік салыстыру критерий және Пирсонның корреляциялық талдауы колданылды. Зерттеу нәтижесінде пісу топтары арасында жалпы вегетациялық кезеңнің және «көктеу – масақтану» кезіңінің ұзақтығы бойынша статистикалық тұрғыдан маңызды айырмашылықтар анықталды, ал «масақтану – балауызданып пісу» кезеңінің ұзақтығы мен орташа астық өнімділігі бойынша елеулі айырмашылық байқалмады. Жалпы вегетациялық кезеңнің ұзаруы негізінен «көктеу - масақтану» кезеңінің ұзаруымен байланысты болды. «Көктеу – масақтану» кезеңінің ұзақтығы мен астық өнімділігі арасында оң корреляциялық байланыс ерте пісетін және орташа кеш пісетін үлгілерде анықталды, ал орташа пісетін топта статистикалық тұрғыдан маңызды байланыстар табылған жоқ. Графикалық талдау нәтижесінде Тюменская 27, Зауральская Волна, Нива Прииртышья, Старт, L. 654 және Степнодар 90 үлгілері қолайлы фенологиялық ерекшеліктері мен жоғары өнімділікті үйлестіретін перспективалы селекциялық материал ретінде ерекшеленді. Зерттеу нәтижелері «көктеу - масақтану» кезеңі пісу топтары арасындағы айырмашылықтарды айқындайтын негізгі фенологиялық компонент екенін және Солтүстік Қазақстан жағдайында жаздық жұмсақ бидайдың бейімделгіштігі мен өнімділік тұрақтылығын арттыруда маңызды селекциялық белгі ретінде қарастырылуы мүмкін екенін көрсетті.

Тірек сөздер: жаздық жұмсақ бидай, пісу топтары, фенологиялық кезендер, «көктеу – масақтану» кезеңі, астық өнімділігі.

РОЛЬ МЕЖФАЗНЫХ ПЕРИОДОВ В ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЙНОСТИ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ В УСЛОВИЯХ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Долинный Ю.Ю., кандидат сельскохозяйственных наук
Жирнова И.А.[*]**,** PhD
Калибаев Б.Б., PhD
Миллер Е.А., младший научный сотрудник
Мелконян С.М., младший научный сотрудник

ТОО «НПЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева»,п. Научный, Казахстан

Аннотация. Данное исследование проводилось с целью изучения продолжительности основных фенологических фаз у образцов яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.), относящихся к различным группам спелости, и определение их вклада в формирование урожайности зерна в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана. Исследования проводили в 2021-2023 гг. в Научно-производственном центре зернового хозяйства им. А.И. Бараева с использованием коллекции из 99 образцов яровой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения. Образцы были распределены на раннеспелую, среднеспелую и среднепоздную группы в зависимости от продолжительности вегетационного периода. Фенологические наблюдения включали фиксацию дат всходов, колошения и восковой спелости. Обработку данных проводили с использованием методов дисперсионного анализа (ANOVA), критерия множественных сравнений Тьюки (HSD) и корреляционного анализа Пирсона. Статистически значимыми оказались результаты исследований между группами спелости по продолжительности общего вегетационного периода и периода «всходы-колошение», тогда как продолжительность периода «колошение-восковая спелость» и средняя урожайность зерна статистически значимо не различались. Увеличение общей продолжительности вегетационного периода было обусловлено главным образом удлинением периода «всходы–колошение». Положительная корреляция между продолжительностью периода «всходы–колошение» и урожайностью зерна установлена у раннеспелых и среднепоздних образцов. Статистически значимых взаимосвязей в среднеспелой группе не выявлено. Графический анализ позволил выделить образцы Тюменская 27, Зауральская Волна, Нива Прииртышья, Старт, Л.654 и Степнодар 90, которые сочетают благоприятные фенологические характеристики с высокой урожайностью. Результаты исследования свидетельствуют о том, что период «всходы – колошение» является основным фенологическим компонентом, определяющим различия между группами спелости, и может рассматриваться как важный селекционный признак для повышения адаптивности и стабильности урожайности яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Казахстана.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, группы спелости, фенологические фазы, период всходы – колошение, урожайность.

ГРНТИ 68.05.01 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.351

АЗОТНОЕ СОСТОЯНИЕ И ГУМУС ПОЧВЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ СИДЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ И СПОСОБОВ ИХ ЗАДЕЛКИ

Жлоба Г.П.*, магистр агрохимии и почвоведения
galinka_forever@mail.ru https://orcid.org/ 0000-0002-9117-6268
Зуева Н.Б., магистр химии
kotvic@bk.ru, https//orcid.org/ 0000-0001-8261-2040
Келлер Э.Н., магистр агрономии
evelino4ka.2011@mail.ru https//orcid.org/0009-0008-6599-9966

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева», п. Научный, Казахстан

Аннотация. В статье представлены результаты исследований влияния различных видов сидеральных культур и способов их заделки на азотный режим и гумусное состояние чернозёма южного карбонатного. Актуальность работы обусловлена проблемой снижения содержания органического вещества и доступных форм азота в почвах при интенсивном земледелии и необходимостью поиска экологически устойчивых агротехнических приёмов. Цель исследования - установить влияние различных видов сидеральных культур и способов их заделки на содержание гумуса и азота в почве.

Корреляционный анализ показал изменение взаимосвязи между содержанием гумуса и нитратного азота в течение периода наблюдений: от умеренной отрицательной корреляции в первый год (r = −0,54) до сильной положительной во второй год (r = +0,71). Выявленная динамика отражает изменение характера азотного режима почвы. Наиболее эффективными способами заделки оказались дискование и сочетание подкашивания с щелеванием, обеспечивающие более равномерное высвобождение азота и накопление органического вещества. Использование сидеральных культур способствует формированию устойчивого почвенного агрофона, улучшению азотного питания растений и повышению общего плодородия почвы.

Ключевые слова, нитратный азот, общий азот, гумус, C:N, сидераты.

Введение. Проблема истощения плодородия почв и снижение содержания гумуса остается одной из ключевых в агрономии и экологии. Неправильная обработка почвы ведет к потере органического вещества и снижению доступного азота, что ограничивает рост сельскохозяйственных культур. В этих условиях использование сидератов, как источника органического вещества и биологически доступного азота, становится эффективным инструментом повышения продуктивности и устойчивости агроценозов. Исследование оптимальных методов заделки сидератов актуально для повышения продуктивности сельскохозяйственных систем и сохранения плодородия почв.

Сидераты способны одновременно увеличивать поступление органического вещества в почву, улучшать ее структурное состояние и активизировать деятельность почвен-ной микробиоты, участвующей в трансформации углерода и азота. Согласно данным Abbott использование сидеральных культур оказывало комплексное влияние на почвенные процессы и продуктивность зерновых культур, а использование бобовых рассматривается как один из способов повышения обеспеченности агроценозов азотом [1]. В исследованиях Meena отмечается, что бобовые смеси благодаря биологической фиксации атмосферного азота способны увеличивать поступление азота в почву и снижать зависимость сельскохозяйственных систем от минеральных азотных удобрений. Вместе с тем эффект определяется не только количеством поступающей биомассы, но и ее качественным со-ставом, условиями разложения и технологией использования [2].

В своих работах Helfrich показывает, что овёс и озимая рожь как небобовые покровные культуры снижали содержание минерального азота в верхнем слое почвы в осенне-зимний период, тогда как при выращивании яровой вики такого снижения не

наблюдалось. Авторы связывают различия с особенностями азотного питания бобовых и небобовых культур [3]. В то же время злаковые сидераты способствуют накоплению органического вещества и стабилизации структуры почвы. Смешанные посевы бобовых и злаковых культур позволяют добиться баланса между фиксацией азота и поглощением минеральных форм азота из почвы, повышая эффективность использования органической массы и улучшая доступность элементов питания для последующих культур [4,5,6].

Особое значение имеет соотношение углерода и азота (C:N) в биомассе сидератов, так как оно определяет скорость разложения органического вещества и минерализации азота. Растительные остатки бобовых культур с низким C:N быстрее разлагаются и способствуют образованию доступных форм азота, в то время как злаковые культуры с более высоким C:N замедляют минерализацию, обеспечивая постепенное поступление азота и стабилизацию органического вещества в почве [7,8,9].

В условиях средиземноморской полузасушливой зоны установили (Novara et al.), что использование покровных культур влияло на содержание органического углерода и динамику азота, а также изменяло микробное разнообразие почвы [10]. Работа Liu показала, что применение зеленого удобрения способно изменять химические характеристики и микробиологические свойства почвы [11]. Результаты мета-анализа (Ma et al.) также свидетельствуют о положительном влиянии смешанных бобово-злаковых покровных культур на обеспеченность почвы элементами питания и ее физические свойства [12].

Наряду с видовым составом сидеральной культуры важным фактором, определяющим эффективность сидерального удобрения, является способ заделки растительной массы. Технология размещения сидерата после его скашивания или окончания вегетации определяет степень контакта растительных остатков с почвой, условия их увлажнения и аэрации, интенсивность микробиологического разложения и, как следствие, скорость высвобождения или временного связывания азота.

Сравнение различных способов использования сидеральной массы было проведено Lü [13]. В опытах исследователи сравнивали традиционную обработку без сидерата, полную заделку и No-till с сохранением всей биомассы на поверхности, заделку только корневой массы и удаление надземной части. Установлено, что при поверхностном сохранении всей сидеральной массы поступление азота было выше, чем при вариантах с удалением надземной массы или сохранением только корней. Кроме того, поверхностное мульчирование способствовало минерализации органического азота до цветения кукурузы, увеличивало удержание азота в почве и снижало его потери. Эти результаты показывают, что способ размещения сидеральной массы способен существенно изменять динамику азота в системе «почва–растение». В трехлетнем полевом эксперименте Wang было выявлено, что как поверхностное мульчирование, так и полная заделка повышали урожайность кукурузы по сравнению с контролем. Оба варианта способствовали увеличению запасов почвенной влаги и общего азота, однако поверхностное мульчирование обеспечивало наиболее выраженный эффект [14].

Использование сидератов – является эффективным способом обогащения почвы органическим веществом и азотом. Однако эффективность сидератов сильно зависит от методов их заделки в почву. Исследование влияния различных способов заделки на содержание азота и гумуса позволит оптимизировать агротехнические приемы и повысить экологическую устойчивость почвообрабатывающих систем.

Цель исследования - установить влияние различных видов сидеральных культур и способов их заделки на содержание гумуса и азота в почве.

Материалы и методы исследования.

Исследования проводились в 2024-2025 году на полевых многолетних стационарах лаборатории биологического земледелия, ТОО «НПЦЗХ имени А.И. Бараева», расположенных в зоне южных карбонатных черноземов.

Исследование направлено на оценку влияния различных систем парования и сидерации на формирование и последействие почвенного агрофона в двухлетнем полевом

опыте. Первый год (2024 г.) исследования – год формирования агрофона (создание разных условий за счёт: традиционного пара, нулевого (химического) пара, выращивания и заделки сидеральных культур). Во второй год (2025 г.) на тех же участках была высеяна пшеница, которая использовалась как культура-индикатор для оценки последействия применяемых агротехнических приёмов на состояние почвы. Контролем выступает пар традиционный и нулевой (Таблица 1).

В качестве объектов исследования в системе опытов рассматриваются: бобово-злаковая (горох + овес), бобово-масличная (горох + горчица) и злаково-масличная (овес + горчица) сидеральные смеси, почва – чернозем южный, карбонатный тяжелосуглинистого механического состава.

Посев изучаемых культур, фоновое внесение удобрений в опыте проводится сеялками СКП–2,1 с культиваторными рабочими органами и сеялкой прямого посева ВСКП-2,1, с чизельными рабочими органами. Сроки посева, норма высева и глубина заделки семян – рекомендованные для зоны черноземов южных карбонатных.

Таблица 1 – Схема размещения полевых стационаров на 2024-2025 г.

Технологии подготовки пара	Способы обработки/заделки	Подготовка пара 2024 г.	1КПП 2025 г.
Традиционный (контроль)	3 обработки на 10-12см 1 обработка 25-27 см	Пар традиционный	Пшеница по традиционному пару
Нулевой (химический)	3 хим. обработки	Пар химический	Пшеница по химическому пару
Сидеральный	Дискование	бобово-злаковая смесь (горох-овес)	Пшеница
	Подкашивание +щелевание		Пшеница
	Подкашивание		Пшеница
	Дискование	злаково-масличная смесь (овес-горчица)	Пшеница
	Подкашивание +щелевание		Пшеница
	Подкашивание		Пшеница
	Дискование	бобово-масличная смесь (горох-горчица)	Пшеница
	Подкашивание +щелевание		Пшеница
	Подкашивание		Пшеница

Примечание: дискование — заделка сидератов на глубину 6-8 см; подкашивание — без оборота пласта; щелевание — на глубину 25-27 см.

Для агрохимических исследований, отбор почвенных проб производился согласно стандарту ГОСТ 28168-89, образцы отбирались в слое почвы 0-20 см, в первый год исследования в фазу всходов и после заделки сидератов, во второй год в фазу всходов и полной спелости. Определение нитратного азота выполнялось по ГОСТ 26488-85, содержание гумуса – по модификации метода Тюрина, адаптированной и стандартизированной ГОСТом 26213-91. Общий азот определялся по методике Кьельдаля ГОСТ 26107-84, который основан на переводе органического и аммонийного азота почвы в аммонийную форму при минерализации пробы концентрированной серной кислотой с последующим выделением аммиака и его количественным определением титриметрическим методом. Данные анализировались с помощью статистических методов, включая корреляционный анализ.

Результаты и обсуждения. Азот относится к числу ключевых элементов, определяющих уровень почвенного плодородия и интенсивность роста растений. В почве он представлен совокупностью органических и минеральных форм, общее количество которых отражается показателем общего азота. Основная доля данного элемента (до 95 %) сосредоточена в составе органического вещества почвы и входит в структуру гумусовых соединений, белков, аминокислот и других органических компонентов.

Нитратный азот – это подвижная форма минерального азота в почве, которая образуется в результате микробиологической нитрификации органического азота и аммония. Он

является основным источником доступного азота для большинства сельскохозяйственных культур, участвует в регулировании корневого и надземного роста, а также служит важным индикатором состояния азотного цикла и потенциальных потерь азота из почвы [15].

В 2024 г. содержание нитратного азота варьировало диапазоне – от низкого содержания в почве значений 3,8 до среднего 9,8 мг/кг (таблица 2). Максимальные значения отмечены по пару при химическом способе обработки (9,8 мг/кг), что обусловлено интенсивной минерализацией органического вещества и отсутствием потребления азота растениями. Минимальные значения зафиксированы по злаково-масличной смеси при подкашивании (3,8-4,2 мг/кг).

Таблица 2 – Среднее содержание нитратного азота и гумуса в почве после пара и сидеральных культур (2024 г.) и при возделывании пшеницы по данным предшественникам (2025 г.)

Предшественник (2024 г.)	Способы заделки	$N\text{-}NO_3^-$, мг/кг	Гумус, %	$N\text{-}NO_3^-$, мг/кг	Гумус, %
		2024 г.		Пшеница 2025 г.	
Пар	Традиционный	7,4	2,51	3,1	2,51
	Нулевой	9,8	2,62	5,4	2,91
Бобово-масличная смесь	Дискование	7,75	2,85	6,1	3,01
	Подкашивание +щелевание	5,3	2,92	7,4	2,99
	Подкашивание	5,45	2,94	4,2	2,53
Злаково-масличная смесь	Дискование	4,2	3,23	6,6	3,28
	Подкашивание +щелевание	4,8	2,92	4,9	3,04
	Подкашивание	3,8	2,92	4,4	2,83
Бобово-злаковая смесь	Дискование	5,15	2,64	6	2,69
	Подкашивание +щелевание	4,9	2,65	5,9	3,08
	Подкашивание	5,7	3,00	6,1	3,19

Почвенный гумус является главным источником питательных веществ для растений. В нем содержится до 90% всего азота почвы [16]. Содержание гумуса в первый год изменялось от 2,51 до 3,23 мг/кг, что свидетельствует о низком содержании гумуса в почве. Наименьше содержание отмечено по пару, тогда как максимальные – по злаково-масличной смеси при дисковании (3,23 мг/кг), что указывает на активное накопление органического вещества за счёт заделки растительных остатков. В целом в этот период характерна обратная зависимость между содержанием нитратного азота и гумуса: варианты с высоким $N\text{-}NO_3$ отличались более низким содержанием гумуса и наоборот.

В последующий год исследования количество нитратного азота незначительно изменилось по сравнению с предыдущим годом и находилось в пределах 3,1-7,4 мг/кг. Максимальное количество отмечено при размещении пшеницы по бобово-масличной и злаково-масличной смесям (6,6-7,4 мг/кг), что свидетельствует о среднем содержании нитратного азота в почве, а так же постепенном высвобождении азота из органического вещества.

Содержание гумуса в 2025 г. варьировало от 2,51 до 3,28 мг/кг. Наибольшие значения зафиксированы по пшенице после злаково-масличной и бобово-злаковой смесей (3,08–3,28 мг/кг), что указывает на накопительный эффект сидератов и стабилизацию органического вещества почвы. В отличие от начального года исследований, наблюдалось однонаправленное изменение содержания нитратного азота и гумуса, что, вероятно, связано с завершением разложения растительных остатков и формированием более устойчивого гумусового пула.

В первый год наблюдений выявлена умеренная отрицательная корреляционная связь между содержанием гумуса и нитратного азота ($r = -0,54$), что указывает на обратную зависимость между данными показателями. Вместе с тем выявленная корреляция не

позволяет однозначно установить механизмы, обусловливающие данную взаимосвязь. Она может быть связана с особенностями трансформации азота в почве, включая процессы минерализации и иммобилизации азота, а также денитрификации и миграции нитратов. Во второй год наблюдений установлена сильная положительная корреляция между содержанием гумуса и нитратного азота (r = +0,71), что указывает на изменение характера взаимосвязи между органическим веществом почвы и содержанием нитратных форм азота. Изменение направления и силы корреляционной связи по годам свидетельствует о динамичности азотного режима почвы и зависимости содержания нитратного азота от совокупности процессов трансформации и перемещения азотных соединений в почве.

Общий азот почвы представляет собой потенциальный резерв, определяющий её способность к долговременному поддержанию продуктивности. Вместе с тем данный резерв не находится в свободно доступной форме и может быть использован растениями лишь опосредованно – через процессы микробиологической минерализации и трансформации органического вещества.

Обогащенность гумуса азотом оценивают по атомному соотношению C:N: Соотношение C:N характеризует относительное содержание углерода (преимущественно органического) и азота в составе почвенного органического вещества либо растительных остатков. В большинстве типов почв отношение C:N отличается высокой устойчивостью и, как правило, составляет 10,0–11,0, изменяясь в узких пределах в зависимости от почвенно-климатических условий [17].

Представленные данные в Таблице 3 отражают влияние различных предшественников и способов обработки (заделки) растительных остатков на содержание общего азота и обогащенность гумуса азотом (C:N) в почве в вариантах 2024 и 2025 гг.

Таблица 3 – Содержание общего азота и обогащенность гумуса азотом почвы при внесении разных сидеральных смесей и способа обработки (среднее за 2024-2025 гг.)

Предшественник (2024 г.)	Способы заделки	$N_{общ}$,%	C: N	$N_{общ}$, %	C: N
		2024 г		Пшеница 2025 г.	
Пар	Традиционный	0,215	8	0,188	9
	Нулевой	0,195	9	0,199	10
Бобово-масличная смесь	Дискование	0,193	9	0,199	11
	Подкашивание +щелевание	0,183	10	0,193	10
	Подкашивание	0,186	9	0,179	9
Злаково-масличная смесь	Дискование	0,191	11	0,202	11
	Подкашивание +щелевание	0,235	9	0,210	11
	Подкашивание	0,189	10	0,199	10
Бобово-злаковая смесь	Дискование	0,195	8	0,199	10
	Подкашивание +щелевание	0,200	9	0,196	10
	Подкашивание	0,203	9	0,196	11

В первый год закладки опыта наибольшие значения общего азота отмечены при размещении культуры по пару, где при традиционной обработке показатель достигал 0,215 %, а при химической – 0,195 %. Обогащенность гумуса азотом в данных вариантах была на среднем уровне (8-9), что свидетельствует о высокой степени минерализации органического вещества и доступности азота для растений.

Во второй год исследования при возделывании пшеницы по различным предшественникам содержание общего азота варьировало в пределах 0,188-0,210 %. Максимальные значения отмечены при размещении культуры по злаково-масличной смеси (0,202-0,210 %),

тогда как минимальные – по чистому пару (0,188-0,199 %). В большинстве вариантов соотношение C:N возрастало до 10-11, что свидетельствует о влиянии остаточного органического вещества, сформированного предшествующими культурами.

При использовании бобово-масличной смеси содержание общего азота. варьировало в пределах 0,183–0,193 %. Наиболее эффективным способом обработки в данном варианте оказалось дискование, обеспечившее более высокий уровень азота по сравнению с подкашиванием. Соотношение C:N находилось в пределах 9-10.

В вариантах со злаково-масличной смесью выявлена наибольшая вариабельность показателей. Максимальное значение (0,235 %) было получено при сочетании подкашивания и щелевания, при этом обогащенность гумуса азотом достигало 9-11. Это указывает на высокий потенциал накопления органического вещества при одновременном замедлении процессов минерализации.

Бобово-злаковая смесь характеризовалась более выровненными значениями (0,195-0,203 %) и соотношением C:N (8-9), что свидетельствует о сбалансированном соотношении углерода и азота в растительных остатках.

В 2025 году, при возделывании пшеницы по различным предшественникам, содержание общего азота находились в диапазоне 0,188–0,210 %. Наиболее высокие показатели были зафиксированы при размещении пшеницы по злаково-масличной смеси (0,202–0,210 %), тогда как минимальные – по пару (0,188–0,199 %). Соотношение C:N в большинстве вариантов увеличивалось до 10-11, что отражает влияние остаточного органического вещества предшественников.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что влияние способов обработки растительных остатков наиболее выражено в год их применения, тогда как в последующий год основную роль играет тип предшественника. Высокие значения общего азота в первый год при интенсивных способах обработки (дискование, подкашивание с щелеванием) объясняются усилением контакта растительных остатков с почвой и активизацией микробиологических процессов, способствующих ускоренному разложению органического вещества. Пар, характеризующийся минимальным количеством пожнивных остатков и низким соотношением C:N, обеспечивал наиболее стабильные условия азотного питания за счёт быстрого перехода азота в доступные формы. В то же время использование злаково-масличных смесей сопровождалось повышением соотношения C:N, что приводило к временной иммобилизации азота микроорганизмами, однако формировало более высокий потенциал его последующего высвобождения.

Анализ корреляционной зависимости между содержанием общего азота и отношением C:N показал годовую изменчивость. В 2024 г. связь была умеренной отрицательной и статистически недостоверной ($r = -0,40$), что указывает на слабую тенденцию снижения C:N при увеличении азота. В 2025 г. выявлена сильная положительная связь ($r = +0,79$), отражающая синхронное накопление углерода и азота в составе органического вещества. Таким образом, характер взаимосвязи C:N с общим азотом зависит от года, что связано с изменением интенсивности процессов минерализации и накопления органического вещества.

В 2024 году использовались разнообразные способы заделки сидеральных смесей (дискование, подкашивание и др.) и различные типы смесей (бобово-масличные, злаково-масличные, бобово-злаковые). Из-за этого наблюдалась значительная вариативность. Увеличение C:N в ряде случаев сопровождалось низким содержанием N. Разные методы обработки по-разному влияли на углерод и азот, что привело к размытой и частично обратной связи. В 2025 году подход к обработке данных был унифицирован, а варианты со смесями агрегированы по типу («пшеница по смеси»), что способствовало снижению случайной вариабельности показателей. В результате более высокие значения соотношения C:N стали соответствовать повышенному содержанию общего азота. Влияние способа обработки приобрело более однородный и предсказуемый характер, что обусловило

формирование вы-раженной положительной корреляции: увеличение C:N практически прямо пропорциональ-но сопровождалось ростом общего азота.

Заключение. Результаты исследования показывают, что содержание общего азота и отношение C:N в почве в значительной степени зависят от типа предшественника, способа обработки растительных остатков и года наблюдений. В 2024 году наибольшее содержание общего азота отмечено при интенсивных способах обработки (дискование, подкашивание с щелеванием), что связано с активизацией микробиологических процессов и ускоренной минерализацией органического вещества.

Пар, характеризующийся минимальным количеством пожнивных остатков и низким соотношением C:N, обеспечивал наиболее стабильные условия азотного питания за счёт быстрого перехода азота в доступные формы. В то же время использование злаково-масличных смесей сопровождалось повышением соотношения C:N, что приводило к временной иммобилизации азота микроорганизмами, однако формировало более высокий потенциал его последующего высвобождения.

Использование различных сидеральных смесей влияло на углеродно-азотное соотношение: бобово-злаковые смеси формировали сбалансированное соотношение C:N (8–9), а злаково-масличные смеси приводили к временному повышению (9–11), что замедляло минерализацию азота и создавало потенциал его последующего высвобождения. В 2025 году при стандартизированном подходе к обработке и типу предшественника наблюдалось повышение корреляции между обогащенностью гумуса азотом и общим азотом, отражающее согласованное накопление углерода и азота.

Выявленная динамика корреляционных связей между содержанием гумуса и нитратного азота свидетельствует о изменении характера их взаимосвязи в разные годы наблюдений. Это указывает на зависимость азотного режима почвы от совокупности процессов трансформации и перемещения азотных соединений.

Наибольшую эффективность показали дискование и сочетание подкашивания с щелеванием, которые ускоряют контакт растительных остатков с почвой и обеспечивают более равномерное высвобождение азота. Подкашивание подходит для медленного накопления органического вещества, но обеспечивает менее быстрый доступ азота.

Таким образом, влияние методов обработки растительных остатков наиболее выражено в год их применения, тогда как в последующем году решающую роль играет тип предшественника. Использование сидеральных культур способствует накоплению органического вещества, формированию стабильного гумусового пула и регулирует доступность азота для растений, обеспечивая долгосрочное улучшение плодородия почвы.

Благодарность. Работа выполнена в рамках программно-целевого финансирования при финансовой поддержке Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан BR22885719 «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстана» (годы реализации 2024-2026).

Литература

[1] **Abbott, L. K**., Macdonald L. M., Wong M. T. F., Webb M. J., Jenkins S. N., Farrell M., 2018. Potential roles of biological amendments for profitable grain production–A review. Agricult. Ecosyst. Environment, 256, 34–50. https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.12.021

[2] **Meena**, B. L., Fagodiya R. K., Prajapat K., Dotaniya M. L., Kaledhonkar M. J., Sharma P. C., et al., 2018. Legume green manuring: an option for soil sustainability. Legumes Soil Health Sustain. Management., 387–408. https://doi.org/10.1007/978-981-13-0253-4_12

[4] **Li, Z**. L., Tian D. S., Wang B. X., Wang J. S., Wang S., Chen H., et al. (2019). Microbes drive global soil nitrogen mineralization and availability. Global Change Biology, 25, 1455–1467. https://doi.org/10.1111/gcb.14557

[5] **Komatsuzaki**, M. (2017). Environmentally harmonised agriculture and land fertility maintenance. In H. Oomura & K. Okumura (Eds.), Cultivation and Use of Fodder and Green Manure Crops (pp. 171–182). Tokyo, Japan: Asakura Syoten.

[6] **Stein**, S., Hartung J., Perkons U., Möller K., & Zikeli S. (2016). Plant and soil nitrogen of different winter cover crops as green manure for subsequent organic white cabbage. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 179(6), 733–744. https://doi.org/10.1002/jpln.201600103

[7] **Wang, J. K**., Gao F.S., Zhang K.Y., Li S., & Liu X.W. (2023). Effects of returning gramineous green manure to cotton field on soil carbon and nitrogen in saline-alkali soil. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 31, 396–404.

[8] **Kaspar**, T.C., & Singer J. W. (2011). The use of cover crops to manage soil. In J. L. Hatfield & T. J. Sauer (Eds.), Soil Management: Building a Stable Base for Agriculture (pp. 321–337). Madison, WI: ASA, CSSA, SSSA.

[9] **Постников, П.А.,** 2010. Зеленые удобрения – резерв повышения урожаев. Земледелие, №7, 15–16;

[10] **Novara, A.,** Gristina L., Saladino S. S., Santoro A., & Cerdà A. (2020). Cover crop impact on soil organic carbon, nitrogen dynamics and microbial diversity in a Mediterranean semiarid vineyard. Sustainability, 12(8), 3256. https://doi.org/10.3390/su12083256

[11] **Liu W**., Chen X., Zhao Y., Shi H. Effects of green manuring on chemical characteristics and microecology of tobacco-growing soil in central Henan // BMC Microbiology. – 2025. – Vol. 25. – Article 42. – https://doi.org/10.1186/s12866-025-03742-w

[12] **Ma, J.**, Yin B., Gao T., He, K., Huang X., Jiang T., & Zhen W. (2025). Legume–Non-Legume Cover Crop Mixtures Enhance Soil Nutrient Availability and Physical Properties: A Meta-Analysis Across Chinese Agroecosystems. Agronomy, 15(8), 1756. https://doi.org/10.3390/agronomy15081756

[13] **Lü, H.,** Yu A., Chai, Q., Wang F., Wang Y., Wang P., Shang Y., Yang X. (2025). No-tillage with total green manure incorporation: A better strategy to higher maize yield and nitrogen uptake in arid irrigation areas. Journal of Integrative Agriculture, 24(9), 3403–3417. https://doi.org/10.1016/j.jia.2024.07.028

[14] **Wang, Y.,** Yu A., Lü, H., Wang, F., Li, Y., Wang, P., Shang, Y., Yang, X., Chai, Q. (2024). No-tillage mulch with green manure retention improves maize yield by increasing the net photosynthetic rate. European Journal of Agronomy, 159, 127275. https://doi.org/10.1016/j.eja.2024.127275

[15] **Dechorgnat, J.,** Patrit, O., Krapp, A., Fagard, M., & Daniel-Vedele, F. (2011). From the soil to the seeds: The long journey of nitrate in plants. Journal of Experimental Botany, 62(4), 1349–1359. https://doi.org/10.1093/jxb/erq409

[16] **Карпенко, А.Ф**. Гумус в почвах сенокосов и пастбищ Юго-Востока Беларуси / А. Ф. Карпенко // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. — 2021. — № 5. — С. 29-36. — ISSN 4444-4494. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

[17] **Семенов, В. М.,** и др. (2020). Взаимосвязь размера агрегатов, содержания дисперсного органического вещества и разложения растительных остатков в почве. Почвоведение, № 4, 430–443. https://doi.org/10.1134/S0032180X20040120

References:

[1] **Abbott, L. K**., Macdonald, L. M., Wong, M. T. F., Webb, M. J., Jenkins, S. N., Farrell, M., 2018. Potential roles of biological amendments for profitable grain production–A review. Agricult. Ecosyst. Environment, 256, 34–50. doi: 10.1016/j.agee.2017.12.021

[2] **Meena**, B. L., Fagodiya, R. K., Prajapat, K., Dotaniya, M. L., Kaledhonkar, M. J., Sharma, P. C., et al., 2018. Legume green manuring: an option for soil sustainability. Legumes Soil Health Sustain. Management., 387–408. doi: 10.1007/978-981-13-0253-4_12

[4] **Li, Z**. L., Tian, D. S., Wang, B. X., Wang, J. S., Wang, S., Chen, H., et al. (2019). Microbes drive global soil nitrogen mineralization and availability. Global Change Biology, 25, 1455–1467. https://doi.org/10.1111/gcb.14557

[5] **Komatsuzaki**, M. (2017). Environmentally harmonised agriculture and land fertility maintenance. In H. Oomura & K. Okumura (Eds.), Cultivation and Use of Fodder and Green Manure Crops (pp. 171–182). Tokyo, Japan: Asakura Syoten.

[6] **Stein**, S., Hartung, J., Perkons, U., Möller, K., & Zikeli, S. (2016). Plant and soil nitrogen of different winter cover crops as green manure for subsequent organic white cabbage. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 179(6), 733–744. https://doi.org/10.1002/jpln.201600103

[7] **Wang, J. K**., Gao, F. S., Zhang, K. Y., Li, S., & Liu, X. W. (2023). Effects of returning gramineous green manure to cotton field on soil carbon and nitrogen in saline-alkali soil. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 31, 396–404.

[8] **Kaspar**, T. C., & Singer, J. W. (2011). The use of cover crops to manage soil. In J. L. Hatfield & T. J. Sauer (Eds.), Soil Management: Building a Stable Base for Agriculture (pp. 321–337). Madison, WI: ASA, CSSA, SSSA.

[9] **Postnikov**, P. A., 2010. Zelenye udobrenija — rezerv povyshenija urozhaev. Zemledelie, №7, 15–16;

[10] **Novara, A.**, Gristina, L., Saladino, S. S., Santoro, A., & Cerdà, A. (2020). Cover crop impact on soil organic carbon, nitrogen dynamics and microbial diversity in a Mediterranean semiarid vineyard. Sustainability, 12(8), 3256. https://doi.org/10.3390/su12083256

[11] **Liu W.,** Chen X., Zhao Y., Shi H. Effects of green manuring on chemical characteristics and microecology of tobacco-growing soil in central Henan // BMC Microbiology. — 2025. — Vol. 25. — Article 42. — DOI: 10.1186/s12866-025-03742-w.

[12] **Ma, J.**, Yin, B., Gao, T., He, K., Huang, X., Jiang, T., & Zhen, W. (2025). Legume–Non-Legume Cover Crop Mixtures Enhance Soil Nutrient Availability and Physical Properties: A Meta-Analysis Across Chinese Agroecosystems. Agronomy, 15(8), 1756. https://doi.org/10.3390/agronomy15081756.

[13] **Lü, H.,** Yu, A., Chai, Q., Wang, F., Wang, Y., Wang, P., Shang, Y., Yang, X. (2025). No-tillage with total green manure incorporation: A better strategy to higher maize yield and nitrogen uptake in arid irrigation areas. Journal of Integrative Agriculture, 24(9), 3403–3417. DOI: 10.1016/j.jia.2024.07.028.

[14] **Wang, Y.,** Yu, A., Lü, H., Wang, F., Li, Y., Wang, P., Shang, Y., Yang, X., Chai, Q. (2024). No-tillage mulch with green manure retention improves maize yield by increasing the net photosynthetic rate. European Journal of Agronomy, 159, 127275. DOI: 10.1016/j.eja.2024.127275.

[15] **Dechorgnat, J.,** Patrit, O., Krapp, A., Fagard, M., & Daniel-Vedele, F. (2011). From the soil to the seeds: The long journey of nitrate in plants. Journal of Experimental Botany, 62(4), 1349–1359. https://doi.org/10.1093/jxb/erq409

[16] **Karpenko, A.F**. GUMUS V POChVAH SENOKOSOV I PASTBIShh JuGO-VOSTOKA BELARUSI / A. F. Karpenko // Vestnik Brjanskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. — 2021. — № 5. — S. 29-36. — ISSN 4444-4494. — Tekst : jelektronnyj // Lan' : jelektronno-bibliotechnaja sistema.

[17] **Semenov, V. M**., i dr. (2020). Vzaimosvjaz' razmera agregatov, soderzhanija dispersnogo organicheskogo veshhestva i razlozhenija rastitel'nyh ostatkov v pochve. Pochvovedenie, № 4, 430–443. https://doi.org/10.1134/S0032180X20040120

ТҮРЛІ ЖАСЫЛ ДАҚЫЛДАР ҚОСПАЛАРЫН ПАЙДАЛАНҒАНДА ТОПЫРАҚТЫҢ АЗОТТЫҚ ЖАЙ-КҮЙІ МЕН ГУМУСЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ЕНГІЗУ ӘДІСТЕРІ

Жлоба Г.П.[*], агрохимия және топырақтану магистрі
Зуева Н.Б., химия магистрі
Келлер Э.Н., агрономия магистрі

«А.И.Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Научный ауылы, Қазақстан

Аңдатпа. Бұл мақалада оңтүстік карбонатты қара топырақтың азот режиміне және гумус күйіне әртүрлі жасыл тыңайтқыш дақылдарының түрлері мен оларды енгізу әдістерінің әсерін зерттейтін зерттеу нәтижелері ұсынылған. Бұл зерттеудің өзектілігі қарқынды егіншілік кезінде топырақта органикалық заттардың және қолжетімді азот мөлшерінің азаю мәселесінен және экологиялық тұрғыдан тұрақты ауыл шаруашылығы тәжірибелерін дамыту қажеттілігінен туындайды. Зерттеудің мақсаты жасыл тыңайтқыш қоспасының түрлері мен енгізу әдістерінің нитрат пен жалпы азот мөлшеріне, гумусқа және C:N қатынасына әсерін анықтау, сондай-ақ топырақ құнарлылығын жақсартудың ең тиімді әдістерін анықтау болды.

Топырақтағы гумус мөлшері мен нитратты азот арасындағы байланыс сипатының өзгеруі — бірінші жылы теріс (r = −0,54) болса, екінші жылы айқын оң (r = +0,71) мәнге ие болуы — топырақтағы азот режимінің динамикалық сипатын көрсетеді. Ең тиімді енгізу әдістері дискілеу және шабу мен кесудің үйлесімі болды, бұл органикалық заттардың біркелкі бөлінуін және жиналуын қамтамасыз етеді. Жасыл тыңайтқыш дақылдарын пайдалану тұрақты топырақ ортасын дамытуға,

өсімдіктердің азотпен қоректенуін жақсартуға және жалпы топырақ құнарлылығын арттыруға ықпал етеді.

Тірек сөздер: нитратты азот, жалпы азот, гумус, C:N, сидераттар.

NITROGEN STATE AND HUMUS OF SOILS WHEN USING VARIOUS GREEN CROPS MIXTURES AND METHODS OF THEIR INCORPORATION

Zhloba G.P.[*]**,** Master of Agrochemistry and Soil Science
Zueva N.B., Master of Chemistry
Келлер Э.Н., Master of Agronomy

LLP "Research and Production Center for Grain Farming named after. A.I. Baraeva", Nauchny village, Republic of Kazakhstan

Abstract. This article presents the results of a study examining the impact of various green manure crop types and their incorporation methods on the nitrogen regime and humus status of southern carbonate chernozem. The relevance of this study stems from the problem of declining organic matter and available nitrogen content in soils under intensive farming and the need to develop environmentally sustainable agricultural practices. The objective of the study was to determine the impact of green manure mixture types and incorporation methods on the nitrate and total nitrogen content, humus, and the C:N ratio, as well as to identify the most effective methods for improving soil fertility.

A shift was observed in the nature of the relationship between humus content and nitrate nitrogen—from negative ($r = -0.54$) in the first year to strongly positive ($r = +0.71$) in the second—reflecting the dynamic nature of the soil nitrogen regime. Disking and a combination of mowing and slotting proved to be the most effective incorporation methods, ensuring more uniform nitrogen release and organic matter accumulation. The use of green manure crops fosters a stable soil agro-background, improves plant nitrogen nutrition, and enhances overall soil fertility.

Keywords: nitrate nitrogen, total nitrogen, humus, C:N, green manure.

ГРНТИ 68.05.29 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.352

БИОЛОГИЗАЦИЯ СЕВООБОРОТОВ ЧЕРЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ КАК ФАКТОР СЕКВИСТРАЦИИ УГЛЕРОДА

Жлоба Л.Д.*
zhloba1@mail.ru, https//orcid.org/ 0000-0003-3676-1752
Кунанбаев К.К., кандидат биологических наук
kai-82@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-9069-8558
Жлоба Г.П., магистр агрохимии и почвоведения
galinka_forever@mail.ru, https://orcid.org/ 0000-0002-9117-6268
Журик С.А., магистр агрономии
zhurik-sergej@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-7155-9771

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева», п. Научный, Казахстан

Аннотация. В условиях глобальных климатических изменений и деградации почвенного покрова поиск эффективных методов секвестрации углерода в агроценозах становится приоритетной задачей. Биологизация севооборотов через использование многокомпонентных растительных смесей рассматривается как перспективный инструмент восстановления углеродного баланса почв. Цель исследования - оценить влияние сидеральных смесей и паровых вариантов на содержание общего гумуса и активных фракций углерода в чернозёме южном карбонатном тяжёлосуглинистом. Полевой опыт выполнен в 2024–2025 гг. на стационарах ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева» и включал 5 вариантов: пар традиционный, пар нулевой и три сидеральные смеси (горох+овёс, горох+горчица, овёс+горчица) с приёмами подкашивание + щелевание (25–27 см). Оценивали гумус, содержание углерода лёгкой фракции (Слов), лабильного (Слаб) и водорастворимого углерода (Свод) по данным 4 сроков отбора (весна/осень 2024 и 2025 гг.). В среднем за период наблюдений варианты с сидеральными смесями превосходили паровые по обеспеченности органическим веществом и активными запасами углерода: максимальные значения гумуса, Слов и Слаб отмечены на злаково-масличной смеси (3,13±0,16; 0,146±0,007; 0,66±0,033% соответственно), тогда как на традиционном пару показатели были ниже (2,50±0,13; 0,091±0,004; 0,47±0,023%). Наибольшее среднее содержание водорастворимого углерода получено при бобово-масличной смеси (0,105±0,005%). Полученные результаты подтверждают, что включение сидеральных смесей (особенно злаково-масличной) способствует повышению доли “быстрых” фракций углерода и поддержанию гумусового состояния почвы, создавая предпосылки для усиления процессов гумификации и секвестрации углерода.

Ключевые слова: сидеральные смеси, легкоразлагаемое органическое вещество, лабильный углерод, водорастворимый углерод, общий гумус, щелевание, подкашивание

Введение. Углеродный состав почвы - это совокупность всех форм углерода, содержащихся в почвенном слое, он является ключевым индикатором здоровья почвы и плодородия [1]. В составе общего углерода почвы выделяют динамичную органическую фракцию (биомасса, растительно-животные остатки и долгоживущие гуминовые соединения) и стабильную минеральную (неорганическую) фракцию. Если первая определяет биологическую продуктивность и чувствительна к землепользованию, то вторая аккумулирует преимущественно в почвах засушливых регионов и обладает высокой инертность к внешним воздействиям. Углерод улучшает структуру почвы, помогает удерживать влагу и служит источником питательных веществ (азота, фосфора), тем самым улучшает плодородие почвы. Почва - крупнейшее наземное хранилище углерода. Она содержит его больше, чем атмосфера и вся растительность планеты вместе взятые [2,3,4].

На углеродный состав почвы влияют как природные, так и антропогенные факторы, определяющие баланс поступления и органических потерь. Температура и влажность воздуха напрямую регулируют процессы фотосинтеза и разложения органических веществ с выделением CO_2, высокая температура ускоряет минерализацию, а оптимальная влажность способствует его накоплению за счет микробной активности, корневая биомасса растений,

подстилка и микробы (бактерии, грибы) приводят к попаданию в почву посредством фотосинтеза и экссудатов, а их воздействие образует гумус [5,6]. Растения играют центральную роль в углеродном цикле земли, выдвигая на первый план результаты получения органического урожая и регулирования его баланса посредством фотосинтеза и корневой деятельности. Процесс, когда растения получают CO_2 из атмосферы во время фотосинтеза, преобразуя его в углевод, который затем частично передается в почву через опавшие листья, стебли и корневые экссудаты, образуя органическое вещество с периодом полного разложения (минерализации) на долгое время, понимается как секвестрация углерода [7,8].

Биомасса бобово-злаковой, злаково-масличной, бобово-масличной смесей после разложения в почве становится легкоусвояемым удобрением, обогащая почву органикой, гумусом и азотом (благодаря гороху), а также помогает оздоравливать почву и бороться с некоторыми болезнями и вредителями. Растительные остатки бобовых имеют благоприятное соотношение углерода к азоту (C:N), что стимулирует активность почвенных микроорганизмов и способствует формированию гумуса [9]. Зерновые при определенных условиях могут приводить к снижению запасов органического углерода из-за меньшего объема остающихся в почве пожнивных остатков. Масличные культуры в смесях дополняют бобовые за счет глубокой корневой системы, что улучшает структуру почвы и способствуют накоплению углерода в более глубоких слоях.

Однако для полной реализации потенциала секвестрации углерода, заложенного в биологических особенностях данных смесей, необходима оптимизация водно-физических свойств почвы. В условиях твердых почв или сложного рельефа (склоновых земель) биологический фактор накопления углерода дополняется направленными агротехническими приемами [10]. В частности, такие методы, как подкашивание и щелевание, выступают необходимыми инструментами управления почвенной средой. Если смеси масличных и бобовых культур работают на накопление органического вещества "изнутри" за счет экссудатов и корневых систем, то щелевание обеспечивает "внешнюю" поддержку: оно улучшает аэрацию и влагообеспечение, предотвращая эрозию и физическую деградацию гумусового горизонта. Применение этих приемов в комплексе с посевом смесей позволяет не только зафиксировать углерод в глубоких слоях, но и защитить его от потерь, вызванных смывом грунта или поверхностным окислением.

Применение подкашивания и щелевание не только стабилизирует водный режим, но и регулирует процесс поступления органического вещества на поверхность и в верхние горизонты почвы. В результате этих приемов формируется значительный объем отмерших растительных остатков, которые становятся основой для образования детрита [11]. Детрит выступает критически важным промежуточным звеном в цикле секвестрации углерода: он представляет собой полуразложившуюся органику, которая уже утратила клеточную структуру растений, но еще не превратилась в стабильный гумус. Именно через фракцию детрита, обогащенную за счет бобово-масличных, злаково-масличных, бобово-злаковых остатков, происходит активный приток энергии для почвенной микрофлоры. В дальнейшем, под воздействием микробного метаболизма, углерод из состава детрита закрепляется на минеральных частицах почвы, завершая процесс долгосрочной секвестрации.

Целью данного исследования стала оценка эффективности различных типов растительных смесей (бобово-злаковой, злаково-масличной, бобово-масличной) в качестве биологизации для стабилизации общего гумуса почвы и его углеродного состава, с применением минимальной технологии возделывания.

Материалы и методы исследования. Наши исследования проводились в 2024-2025 году на полевых стационарах лаборатории биологического земледелия ТОО «НПЦЗХ имени А.И. Бараева» Изучалось направление влияния различных систем парования и сидерации на формирование и последействие почвенного агрономического фона, на черноземе южном карбонатном тяжелосуглинистого механического состава.

Первый год формировался агрономический фон, который включал традиционный пар,

нулевой пар, выращивание и заделку сидеральных культур. На второй год на тех же участках была высеяна пшеница. Контролем выступал пар традиционный, который включал три обработки на 10-12 см и одну обработку на 25-27 см и нулевой пар с тремя химическими обработками. Сроки посева, норма высева и глубина заделки семян – рекомендованные для зоны черноземов южных карбонатных.

В качестве объектов исследования в системе опытов рассматривались бобово-злаковая (горох + овес), бобово-масличная (горох +горчица) и злаково-масличная (овес +горчица) сидеральные смеси, с обработкой почвы подкашивание плюс щелевание на глубину 25-27 см. Органическое вещество определяли по методу Тюрина в модификации ЦИНАО ГОСТ 26213-91, методом который основан на окислении органического вещества раствором двухромовокислого калия в серной кислоте и последующем определении трехвалентного хрома, эквивалентного содержанию органического вещества, на спектрофотометре [12].

Лабильный углерод определяли пирофосфатным методом по М.М. Кононовой и Н.П. Бельчиковой, в основе которого лежит метод И.В.Тюрина, основанный на выделении в раствор различных групп гумусовых веществ, которые извлекают смесью раствора пирофосфата натрия и щелочи, с дальнейшим определением лабильного углерода титрованием.

Определение легкоразлагаемого органического вещества (детрита) проводили по Н.Ф. Ганжаре и Б.А. Борисову с использованием тяжелой жидкости (насыщенный раствор йодистого калия с плотностью 1,8 г/см^3), и за тем по И.В. Тюрину, способом титрования.

Определение водорастворимых гумусовых веществ проводили по методики описанной в методических рекомендациях А.К. Куришбаева, А.И.Иогранского, суть которой извлечение этих веществ, непосредственно водой в соотношении 1:5, и определение водорастворимого углерода по методу Тюрина, титрованием.

Статистическую обработку показателей (гумус, Слов, Слаб, Свод) выполняли в R v.4.5.1: результаты представлены как Mean ± SE (SE = SD/√n);

Относительную долю фракций в составе гумуса (D, %) рассчитывали по формуле:

$$D = (Сфр / Сгум) \times 100 \quad (1)$$

где, D — относительная доля фракции в составе гумуса, %; $C_{(фр)}$ — содержание соответствующей фракции углерода, %; $C_{(гум)}$ — содержание общего гумуса, %.

Результаты и обсуждения. На рисунках 1-4 представлены сезонно-межгодовые изменения гумуса и трёх фракций углерода (лёгкая фракция углерода (Слов), лабильный углерод (Слаб), водорастворимый углерод ($С_{Н_2О}$) в пяти вариантах землепользования, за четыре срока отбора (2024 весна, 2024 осень, 2025 весна, 2025 осень).

Содержание Слов в целом по вариантам составило в среднем 0,118% и варьировало от 0,057 до 0,180% (рисунок 1). Наиболее высокие значения отмечены в 2025 году весной на варианте со злаково-масличной смесью (овёс+горчица) (0,180 ± 0,009 %), а наименьшие - у пара традиционного в 2025 году осенью (0,057 ± 0,0029 %). Можно заметить различия по годам по всем вариантам в 2024 году от весны (средний показатель 0,110%) к осени (0,136%) увеличивается, в 2025 году от весны (0,130%) к осени (0,094%) уменьшается. Подобная динамика, вероятно, обусловлена тем, что в 2024 году заделка сидеральных смесей произошла в середине вегетации, из-за чего к осени они разложились лишь частично. В следующем же году наблюдалась интенсификация процессов минерализации. Так же содержание Слов различалось между вариантами со смесями и парами. На вариантах со смесями было накоплено больше Слов, чем на вариантах с парами в среднем на 0,029%.

Детрит - это своего рода «перевалочный пункт» углерода на пути из живого организма в долговечный гумус. Трансформация детрита в почве является динамическим процессом, в ходе которого сложные органические полимеры расщепляются до более простых соединений [12].

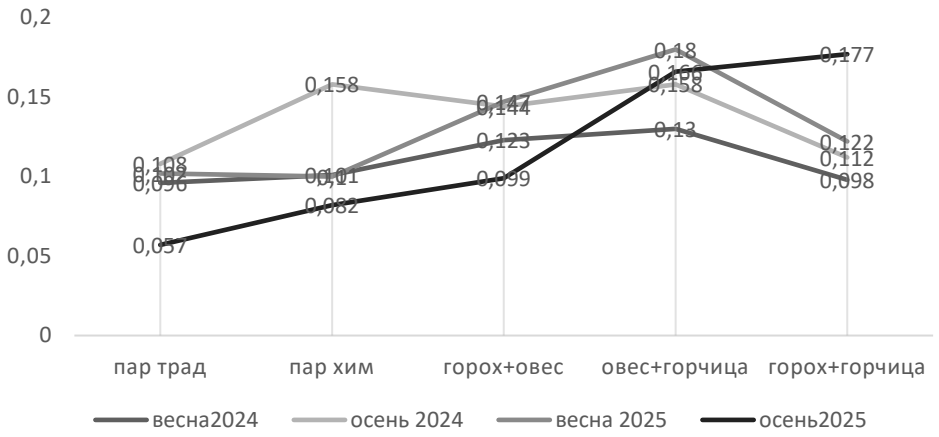


Рисунок 1 – Среднее содержание Слов (детрита), %

Этот процесс ведет к формированию запаса лабильного углерода - наиболее активной и биологически доступной части органического вещества почвы, которая разлагается микроорганизмами очень быстро (от нескольких дней до пары лет).

В отличие от инертного гумуса, лабильный углерод обладает высокой скоростью оборачиваемости и чутко реагирует на введение различных смесей в севооборот. Именно эта фракция служит основным индикатором текущего здоровья почвы: она не только обеспечивает немедленное питание микробному сообществу, но и выступает "строительным материалом" для синтеза более стабильных углеродных соединений. Таким образом, содержание лабильного углерода в системе биологизированного земледелия становится ключевым параметром, определяющим потенциал перехода органического вещества из кратковременного в долгосрочное хранилище (секвестрацию).

Содержание лабильного углерода в среднем по вариантам и по годам составило 0,56% (рисунок 2). Более высокое значение в среднем по вариантам и годам было на варианте с злаково-масличной смесью и составило 0,66%. Содержание лабильного углерода на парах в среднем составило 0,50% и было не значительно в сравнении с вариантами с сидеральными смесями.

Лабильный углерод – самая хрупкая часть почвы. Она стремительно исчезает при: интенсивной обработке почвы, что и наблюдается на традиционном пару, где проводились три обработки за сезон, кислород заставляет микробов «съедать» этот запас лабильного гумуса слишком быстро [13,14]. Значения лабильного углерода варьировали в пределах 0,37–0,83 % и демонстрировали наиболее заметную динамику между сроками отбора. В большинстве вариантов фиксировалось снижение от 2024 года весна к последующим срокам, однако величина и направление изменений различались. Наибольшие значения были зарегистрированы в 2024 году весной у вариантов с внесением злаково-масличной смеси (овёс+горчица) (0,83 ± 0,042 %) и бобово-злаковой (горох+овёс) (0,80 ± 0,040 %). Минимум отмечен у пара традиционного в 2025 году весной (0,37 ± 0,019 %).

Наиболее динамичной и экологически значимой частью лабильного углерода является водорастворимый гумус. Если общий запас лабильного углерода характеризует энергетический потенциал почвы, то его водорастворимая фракция определяет непосредственную миграционную способность органических соединений и их доступность для биохимических реакций в почвенном растворе. Водорастворимые органические соединения играют двоякую роль: с одной стороны, они являются легкоусвояемым субстратом для почвенной биоты, а с другой – выступают в роли активных комплексообразователей.

Взаимодействуя с минеральной частью почвы, водорастворимый гумус способствует образованию устойчивых органо-минеральных связей, что является фундаментальным механизмом закрепления углерода в глубоких горизонтах, куда он проникает вместе с нисходящими потоками влаги по каналам, созданным корневой системой масличных культур и приемами щелевания.

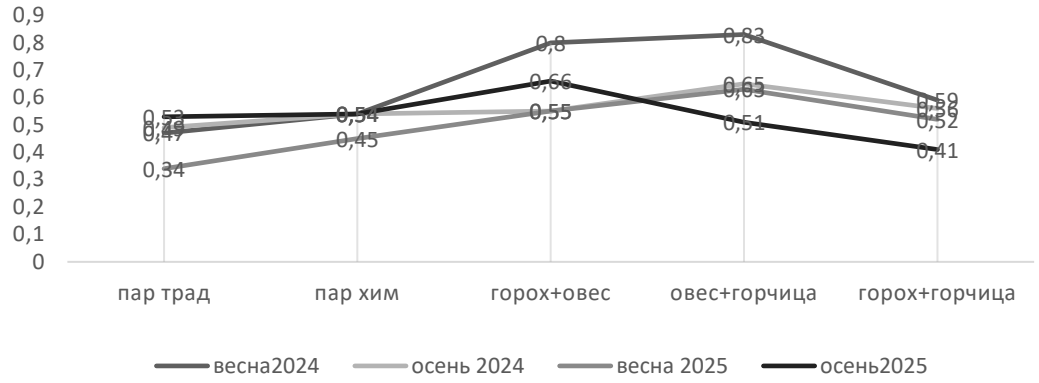


Рисунок 2 – Среднее содержание лабильного углерода (Слаб), %

При использовании различных смесей концентрация водорастворимого углерода заметно возрастает к весне 2025 года. Это обусловлено не только интенсивным разложением нежных растительных остатков, но и активным выделением корневых экссудатов. На варианте с запахиванием бобово-масличной смеси в среднем за два года было наибольшее содержание водорастворимого углерода и составило 0,105% (рисунок 3). Содержание на парах в среднем было на 0,032% меньше и составило 0,073%. Показатель водорастворимого углерода изменялся в диапазоне 0,042–0,147 % и отличался выраженными пиками в отдельных вариантах и сроках. Наибольшее значение отмечено у варианта с бобово-масличной смесью (горох+горчица) в 2025 году весной (0,147 ± 0,0074 %), тогда как минимальное – у бобово-злаковой смеси (горох+овёс) в 2025 году весной (0,042 ± 0,0021 %). Вариабельность по сезонам и годам была неодинаковой между вариантами, что подчёркивает зависимость реакции данного показателя от сочетания условий года и сезона.

Несмотря на высокую значимость лабильных и водорастворимых фракций как индикаторов текущих изменений, интегральным показателем эффективности биологизации остается содержание общего гумуса. Именно этот показатель отражает долгосрочный результат взаимодействия растительного сообщества и почвенной микрофлоры [15]. Общий гумус – это «золотой запас» почвы. Если лабильный углерод - быстрый и доступный, то общий гумус - это основной капитал, который формирует структуру, цвет и долгосрочное плодородие земли. Это сложная смесь органических соединений, которые прошли процесс гумификации (глубокого разложения) и прочно закрепились в почве.

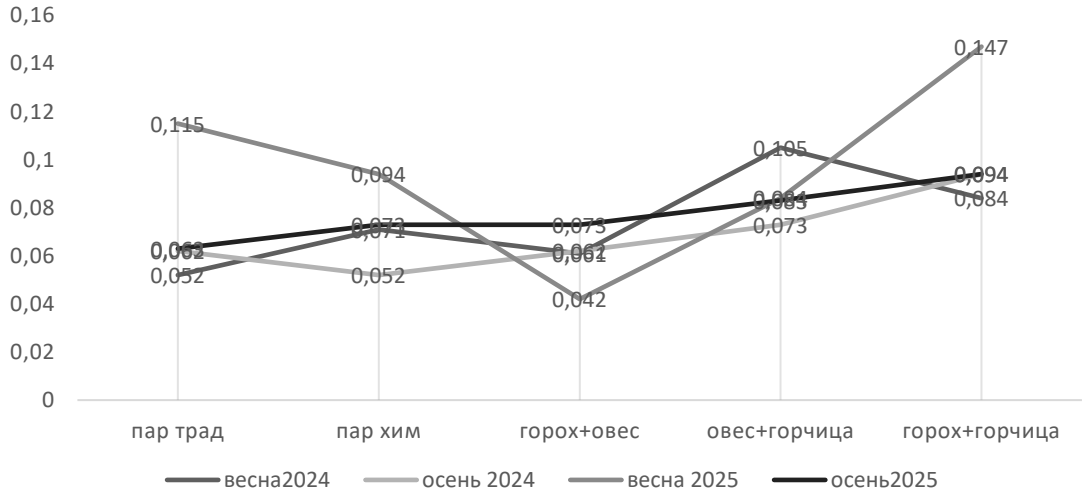


Рисунок 3 – Среднее содержание водорастворимого углерода (Сн2о), %

Во всех вариантах значения гумуса находились в диапазоне 2,18–3,54 %, при этом выраженность сезонных изменений зависела от варианта (рисунок 4). Для ряда вариантов отмечалось снижение к 2024 году осень - 2025 году весна с последующим повышением к 2025году осень. Максимальное значение гумуса зарегистрировано на варианте бобово-злаковой смеси (горох+овёс) в 2025 году осень (3,54 ± 0,18 %), тогда как минимальное - у пара традиционного в 2024году осень (2,18 ± 0,11 %).

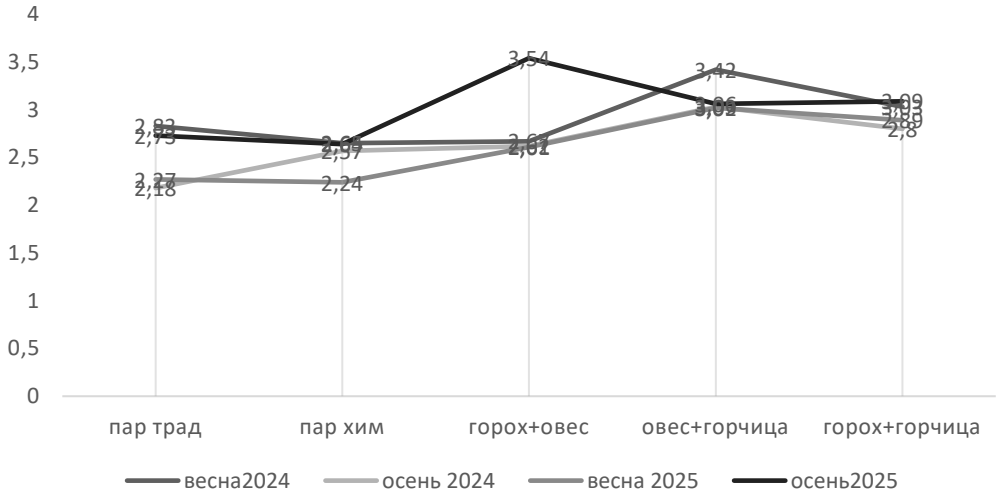


Рисунок 4 – Среднее содержание гумуса, %

В целом, визуальный анализ рисунков 1-4 показывает, что фракции углерода (Слов, Слаб, Свод) изменяются более динамично, чем гумус, а характер сезонной и межгодовой динамики существенно различается между вариантами, что согласуется с наличием выраженных эффектов взаимодействий.

Наибольшее среднее содержание гумуса отмечено в варианте с злаково-масличной смесью (3,13 ± 0,16 %), далее следуют бобово-масличная (2,95 ± 0,15 %) и бобово-злаковая (2,86 ± 0,14 %) (Таблица 1). Минимальные значения зафиксированы в вариантах пар традиционный (2,50 ± 0,13 %) и пар нулевой (2,53 ± 0,13 %), что указывает на более высокую обеспеченность органическим веществом в вариантах с посевными культурами по сравнению с паровыми.

Таблица 1 – Среднее значение за 2024-2025 годы по всем сезонам и годам, %

Вариант	Гумус, %	Слов,%	Слаб,%	Сн2о,%
Пар традиционный	2,50 ± 0,13	0,091 ± 0,004	0,47 ± 0,023	0,073 ± 0,004
Пар нулевой	2,53 ± 0,13	0,110 ± 0,005	0,52 ± 0,026	0,073 ± 0,004
Бобово-злаковая	2,86 ± 0,14	0,128 ± 0,006	0,64 ± 0,032	0,060 ± 0,003
Злаково-масличная	3,13 ± 0,16	0,146 ± 0,007	0,66 ± 0,033	0,086 ± 0,004
Бобово-масличная	2,95 ± 0,15	0,112 ± 0,006	0,52 ± 0,026	0,105 ± 0,005

Максимальная доля Слов, характерна для варианта со злаково-масличной смесью (0,146 ± 0,007 %), несколько ниже - у бобово-злаковой (0,128 ± 0,006 %). Минимальные значения отмечены на пару традиционном (0,091 ± 0,004 %), что подчёркивает меньшую выраженность «быстрообновляемого» запаса углерода при паровом режиме.

Наиболее высокие средние значения лабильного углерода выявлены в вариантах со злаково-масличной смесью (0,66 ± 0,033 %) и бобово-злаковой (0,64 ± 0,032 %). Наименьшее значение отмечено в варианте пар традиционный (0,47 ± 0,023 %). Варианты пар нулевой и бобово-масличная смесь имеют сопоставимые уровни (0,52 ± 0,026 %).

По показателю Сн2о максимальное среднее значение зарегистрировано на варианте с

бобово-масличной (0,105 ± 0,005 %), далее - злаково-масличной смесями (0,086 ± 0,004 %). Минимальные значения характерны для бобово-злаковой системы (0,060 ± 0,003 %), тогда как оба паровых варианта имеют одинаковый средний уровень (0,073 ± 0,004 %).

В целом, усреднённые данные показывают, что варианты с посевными культурами, в частности злаково-масличными смесями, характеризуются более высоким уровнем гумуса и активными фракциями углерода (Слов и Слаб) по сравнению с паровыми вариантами. При этом динамика водорастворимого углерода носит специфический характер и не в полной мере коррелирует с общим накоплением гумуса в исследуемых системах.

В таблице 2 представлены усреднённые по четырём срокам отбора (2024 год весна/осень, 2025 год весна/осень), соотношения фракций углерода к гумусу (%), рассчитанные по формуле Доля, в %, ((Фракция / Гумус) × 100). Эти показатели характеризуют относительную долю более «активных» пулов углерода по отношению к более стабильному гумусовому резервуару.

Доля Слов варьировала от 3,73% до 4,69%. Минимальное значение отмечено у пара традиционного (3,73%), тогда как максимальные значения характерны для вариантов с культурами, прежде всего злаково-масличными (4,69%) и бобово-злаковыми (4,63%). Пар нулевой занимает промежуточное положение (4,38%), что указывает на относительно более высокую долю лёгкой фракции по сравнению с традиционным паром.

Таблица 2 – Соотношения фракций к гумусу (%)

Вариант	Слов/гумус, %	Слаб/гумус, %	Сн2о/гумус, %
Пар традиционный	3,73	18,70	3,01
Пар нулевой	4,38	20,48	2,92
Бобово-злаковая	4,63	22,67	2,08
Злаково-масличная	4,69	20,81	2,74
Бобово-масличная	3,81	17,68	3,56

Доля Слаб демонстрировала более широкий диапазон (17,68–22,67%), подчёркивая различия вариантов по обновлению «быстрых» форм углерода. Наибольшая доля зафиксирована в варианте бобово-злаковой смеси (22,67%), далее следуют злаково-масличная (20,81%) и пар нулевой (20,48%). Минимальные значения отмечены в варианте бобово-масличной (17,68%) и у пара традиционного (18,70%).

Для показателя Сн2о доля по отношению к гумусу изменялась от 2,08% до 3,56%. Минимальное значение наблюдалось у бобово-злаковой системы (2,08%), тогда как максимальное – у варианта с бобово-масличной смесью (3,56%). Оба паровых варианта имели близкие значения (3,01% у традиционного и 2,92% у нулевого пара), а злаково-масличная смесь занимала промежуточную позицию (2,74%).

В целом, относительные показатели показывают, что варианты с посевными культурами (особенно бобово-злаковая и злаково-масличная смеси) характеризуются повышенной долей Слов и Слаб по отношению к гумусу, что может указывать на более выраженное обновление органического вещества. При этом доля Сн2о демонстрирует иной профиль: максимальные относительные значения характерны для бобово-масличного варианта, тогда как бобово-злаковая смесь имеет минимальную долю Сн2о при максимальной доле лабильного углерода.

Заключение. Таким образом, по результатам наблюдений 2024-2025 гг. установлено, что включение сидеральных смесей в паровое звено повышает обеспеченность чернозёма органическим веществом и активными запасами углерода по сравнению с паровыми вариантами. Наиболее выраженный эффект получен при использовании злаково-масличной смеси, где за период исследования зафиксированы максимальные средние значения гумуса (3,13±0,16%), Слов (0,146±0,007%) и Слаб (0,66±0,033%). Одновременно водорастворимый углерод демонстрировал специфическую реакцию: его среднее значение было максимальным в варианте бобово-масличной смеси (0,105±0,005%), а минимальным - в

бобово-злаковой (0,060±0,003%). Относительные показатели (доля фракций к гумусу) подтверждают, что варианты с посевными культурами характеризуются более высокой долей “быстрообновляемых” фракций Слов и Слаб (например, Слов/гумус до 4,69%, Слаб/гумус до 22,67%), что указывает на более интенсивное обновление органического вещества по сравнению с паром. При этом доля Свод/гумус варьировала в диапазоне 2,08–3,56% и достигала максимума в бобово-масличном варианте, что подчёркивает зависимость запаса водорастворимого углерода от состава смеси и условий сезона/года. В целом, биологизация севооборота посредством сидеральных смесей (особенно злаково-масличной) может рассматриваться как эффективный приём поддержания гумусового состояния и активных углеродных фракций в краткосрочном периоде.

Благодарность. Работа выполнена в рамках программно-целевого финансирования при финансовой поддержке Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан BR22885719 «Разработать и внедрить устойчивые системы земледелия для рентабельного производства сельскохозяйственной продукции в условиях изменяющегося климата для различных почвенно-климатических зон Казахстана» (годы реализации 2024-2026).

Литература :

[1] **Minasny, B.**, Malone B.P., McBratney A.B., Angers D.A., Arrouays D., Chambers A., Chaplot V., Chen Z.S., Cheng K. et al. Soil carbon 4 per mille // Geoderma. 2017. Vol. 292. P. 59–86. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.01.002

[2] **Lal R.** Soil carbon sequestration to mitigate climate change // Geoderma. 2004. Vol. 123. P. 1–22. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.01.032

[3] **Lal, R.** Managing Soils and Ecosystems for Mitigating Anthropogenic Carbon Emissions and Advancing Global Food Security // BioScience. 2010. Vol. 60. P. 708–721.

[4] **Cotrufo, M.F.**, Soong J.L., Horton A.J., Campbell E.E., Haddix M.L., Wall D.H., Parton W.J. Formation of soil organic matter via biochemical and physical pathways of litter mass loss, Nature Geoscience, 2015, Vol. 8, P. 776–779.

[5] **Сычев, В.Г.**, Налиухин А.Н. Изменение климата и углеродная нейтральность: современные вызовы перед аграрной наукой// Плодородие, 2021. – №5. – С.3-7.

[6] **Meyer, N.,** Bornemann L., Welp G., Schiedung H., Herbst M., Amelung W., Carbon saturation drives spatial patterns of soil organic matter losses under long-term bare fallow, Geoderma, 2017, Vol. 306, pp. 89–98

[7] **Когут, Б.М.**, Семенов В.М. Оценка насыщенности почвы органическим углеродом // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2020. – Вып. 102. – С. 103-124.

[8] **Franzluebbers, A.J.** Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality// Soil Till Res, 2002.– V.66. 2. – P.95-106

[9] **Жукова, И.В.,** Жуков З.С. Аккумуляция биогенных элементов в растительных остатках на агрочерноземах Красноярской лесостепи//Вестник КрасГАУ, 2016. – №11. – С.78-85

[10] **Шарков, И.Н.,** Данилова А.А. Влияние агротехнических приемов на изменение содержания гумуса в пахотных почвах// Агрохимия.-2010.-№12.-С. 72-81

[11] **Панов, А.А.**, Коротких Е.В., Несмеянова М.А. Динамика детрита под культурами севооборота при различных способах повышения плодородия почв в ЦЧР //Вестник ОрелГАУ.-1(58).-2016.- С.62-69

[12] Практикум по Агрохимии: Учебное пособие. – 2-е изд., /Под ред. Академика РАСХН В.Г. Минеева [Текст]. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.

[13] **Дедов, А.В.**, Несмеянова М.А. Лабильное органическое вещество почв и приемы его регулирования// Материалы Российской научно-практической конференции «Ландшафтное планирование и управление агробиоценозами, 2017. – С.8-10

[14] **Гамкало, З.Г.,** Бедерничек Т.Ю. Лабильное органическое вещество почвы как индикатор ее экологического качества в разных условиях землепользования// Экосистемы, их оптимизация и охрана, 2014. – Вып.10. – С.193-200

[15] **Семенов, В.М.**, Ходжаева А.К. Агроэкологичекие функции растительных остатков в почве//Агрохимия, 2006. – №7. – С.63-81

Literatura :

[1] **Minasny, B.,** Malone B.P., McBratney A.B., Angers D.A., Arrouays D., Chambers A., Chaplot V., Chen Z.S., Cheng K. et al. Soil carbon 4 per mille // Geoderma. 2017. Vol. 292. P. 59–86. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.01.002

[2] **Lal R.** Soil carbon sequestration to mitigate climate change // Geoderma. 2004. Vol. 123. P. 1–22. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.01.032

[3] **Lal, R.** Managing Soils and Ecosystems for Mitigating Anthropogenic Carbon Emissions and Advancing Global Food Security // BioScience. 2010. Vol. 60. P. 708–721.

[4] **Cotrufo, M.F.,** Soong J.L., Horton A.J., Campbell E.E., Haddix M.L., Wall D.H., Parton W.J. Formation of soil organic matter via biochemical and physical pathways of litter mass loss, Nature Geoscience, 2015, Vol. 8, R. 776–779.

[5] **Sychev, V.G.,** Naliuhin A.N. Izmenenie klimata i uglerodnaja nejtral'nost': sovremennye vyzovy pered agrarnoj naukoj// Plodorodie, 2021. – №5. – S.3-7.

[6] **Meyer, N.,** Bornemann L., Welp G., Schiedung H., Herbst M., Amelung W., Carbon saturation drives spatial patterns of soil organic matter losses under long-term bare fallow, Geoderma, 2017, Vol. 306, pp. 89–98

[7] **Kogut, B.M.,** Semenov V.M. Ocenka nasyshhennosti pochvy organicheskim uglerodom // Bjulleten' Pochvennogo instituta imeni V.V. Dokuchaeva. 2020. – Vyp. 102. – S. 103-124. [in Russian]

[8] **Franzluebbers, A.J**. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality// Soil Till Res, 2002.– V.66. 2. – P.95-106

[9] **Zhukova, I.V.,** Zhukov Z.S. Akkumuljacija biogennyh jelementov v rastitel'nyh ostatkah na agrochernozemah Krasnojarskoj lesostepi//Vestnik KrasGAU, 2016. – №11. – S.78-85 [in Russian]

[10] **Sharkov, I.N.,** Danilova A.A. Vlijanie agrotehnicheskih priemov na izmenenie soderzhanija gumusa v pahotnyh pochvah// Agrohimija, 2010. – №12. – S. 72-81 [in Russian]

[11] **Panov, A.A.,** Korotkih E.V., Nesmejanova M.A. Dinamika detrita pod kul'turami sevooborota pri razlichnyh sposobah povyshenija plodorodija pochv v CChR //Vestnik OrelGAU.-1(58).- 2016.- S.62-69

[12] Praktikum po Agrohimii: Uchebnoe posobie. – 2-e izd., /Pod red. Akademika RASHN V.G. Mineeva [Tekst]. – M.: Izd-vo MGU, 2001. – 689 s. [in Russian]

[13] **Dedov, A.V.,** Nesmejanova M.A. Labil'noe organicheskoe veshhestvo pochv i priemy ego regulirovanija// Materialy Rossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Landshaftnoe planirovanie i upravlenie agrobiocenozami, 2017. – S.8-10[in Russian]

[14] **Gamkalo, Z.G.,** Bedernichek T.Ju. Labil'noe organicheskoe veshhestvo pochvy kak indikator ee jekologicheskogo kachestva v raznyh uslovijah zemlepol'zovanija// Jekosistemy, ih optimizacija i ohrana, 2014. – Vyp.10. – S.193-200[in Russian]

[15] **Semenov, V.M.,** Hodzhaeva A.K. Agrojekologichekie funkcii rastitel'nyh ostatkov v pochve//Agrohimija, 2006. – №7. – S.63-81[in Russian]

КӨМІРТЕГІ СЕКВИСТРИЗАЦИЯСЫНЫҢ ФАКТОРЫ РЕТІНДЕ ӨСІМДІК ҚОСПАЛАРЫН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ АУЫСПАЛЫ ЕГІСТЕРДІ БИОЛОГИЗАЦИЯЛАУ

Жлоба Л.Д.*,
Құнанбаев Қ.К., биология ғылымдарының кандидаты
Жлоба Г.П., агрохимия және топырақтану магистрі
Журик С.А., агрономия магистрі

«А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы», ЖШС, Научный кенті, Қазақстан

Аннотация: Әлемдік климаттың өзгеруі және топырақтың деградациясы жағдайында агроценоздарда көміртекті секвестрлеудің тиімді әдістерін іздеу басымдыққа ие болуда. Көп компонентті өсімдік қоспаларын пайдалану арқылы ауыспалы егісті биологизациялау топырақтағы көміртек балансын қалпына келтірудің перспективалы құралы болып саналады. Зерттеудің мақсаты жасыл тыңайтқыш қоспалары мен тыңайтқыш нұсқаларының оңтүстік карбонатты ауыр сазды қара топырақтағы жалпы гумус пен белсенді көміртек фракцияларының құрамына әсерін бағалау болды. Далалық тәжірибе 2024–2025 жылдары А.И. Бараев атындағы Ауыл шаруашылығы ғылыми-практикалық орталығында жүргізілді және бес нұсқаны қамтыды: дәстүрлі тыңайтқыш, нөлдік

тыңайтқыш және үш жасыл тыңайтқыш қоспасы (бұршақ және сұлы, бұршақ және қыша, сұлы және қыша) шабу және кесу әдістерімен (25–27 см). Гумус, жеңіл фракциялы көміртек (LFC), тұрақсыз көміртек (Lab) және суда еритін көміртек (WSC) төрт іріктеу кезеңінің (2024 және 2025 жылдар көктем/күз) деректері негізінде бағаланды. Орташа есеппен, бақылау кезеңінде жасыл тыңайтқыш қоспасының нұсқалары органикалық заттардың мөлшері мен белсенді көміртегі қоры бойынша тыңайтқыш қоспаларынан жоғары болды: ең жоғары гумус, LFC және WSC мәндері дәнді-майлы дақылдар қоспасында тіркелді (сәйкесінше 3,13±0,16; 0,146±0,007; 0,66±0,033%), ал дәстүрлі тыңайтқыш үшін мәндер төмен болды (2,50±0,13; 0,091±0,004; 0,47±0,023%). Суда еритін көміртегінің ең жоғары орташа мөлшері бұршақ-майлы дақылдар қоспасында алынды (0,105±0,005%). Алынған нәтижелер жасыл тыңайтқыш қоспаларын (әсіресе дәнді-майлы дақылдарды) қосу «жылдам» көміртегі фракцияларының үлесін арттыруға және топырақтың гумус күйін сақтауға ықпал ететінін, гумификация мен көміртегіні сіңіру процестерін күшейтуге алғышарттар жасайтынын растайды.

Тірек сөздер: жасыл тыңайтқыш қоспалары, оңай ыдырайтын органикалық заттар, тұрақсыз көміртек, суда еритін гумус, жалпы гумус, кесу, шабу.

BIOLOGIZATION OF CROP ROTATIONS THROUGH THE USE OF PLANT MIXTURES AS A FACTOR OF CARBON SEQUISTRATION

Zhloba L.D.*
Kunanbaev K.K., PhD in Biology
Zhloba G.P., Master of Agrochemistry and Soil Science
Zhurik S.A., Master of Agronomy
A.I. Barayev Scientific and Production Center for Grain Farming, LLC,
Nauchnyy Settlement, Republic of Kazakhstan

Abstract: In the context of global climate change and soil degradation, the search for effective methods of carbon sequestration in agrocenoses is becoming a priority. Biologization of crop rotations through the use of multicomponent plant mixtures is considered a promising tool for restoring the soil carbon balance. The objective of the study was to evaluate the effect of green manure mixtures and fallow variants on the content of total humus and active carbon fractions in southern carbonate heavy loamy chernozem. The field experiment was conducted in 2024–2025 at the A.I. Barayev Scientific and Practical Center for Agricultural Agriculture and included five variants: traditional fallow, zero fallow, and three green manure mixtures (peas and oats, peas and mustard, and oats and mustard) with mowing and slitting techniques (25–27 cm). Humus, light fraction carbon (LFC), labile carbon (Lab) and water-soluble carbon (WSC) were estimated based on data from four sampling periods (spring/autumn 2024 and 2025). On average, over the observation period, the green manure mixture variants were superior to the fallow ones in terms of organic matter content and active carbon reserves: the highest humus, LFC and WSC values were recorded for the cereal-oilseed mixture (3.13±0.16; 0.146±0.007; 0.66±0.033%, respectively), while the values were lower for traditional fallow (2.50±0.13; 0.091±0.004; 0.47±0.023%). The highest average water-soluble carbon content was obtained for the legume-oilseed mixture (0.105±0.005%). The obtained results confirm that the inclusion of green manure mixtures (especially cereal-oilseed) contributes to an increase in the proportion of “fast” carbon fractions and the maintenance of the humus state of the soil, creating the preconditions for enhancing the processes of humification and carbon sequestration.

Keywords: green manure mixtures, readily decomposable organic matter, labile carbon, water-soluble humus, total humus, slitting, mowing.

МРНТИ 34.23.57 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.353

SNP-МАРКЕРЫ КЛЮЧЕВЫХ РЕГУЛЯТОРНЫХ ГЕНОВ ЯЧМЕНЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ОТБОРА ГЕНОТИПОВ С ПОВЫШЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ КОЛОСА

Зотова Л.П., PhD, ассоциированный профессор
l.zotova@kazatu.edu.kz, https://orcid.org/0000-0001-8610-2689
Саутбаев Ж.О., магистрант 1-го года обучения ОП 7М08111 «Агробиотехнология»
zhangirqweasd@mail.ru, https://orcid.org/0009-0003-3122-4082
Нуралов А.С., докторант 3-го курса по программе 8D08101 «Генетика и селекция сельскохозяйственных культур»
nuralov.a@mail.ru, https://orcid.org/0009-0002-7999-7255

Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, Казахстан

Аннотация. В условиях изменения климата, усиления засушливости и нестабильности агроэкологических факторов особую актуальность приобретает выявление молекулярных маркеров, ассоциированных с продуктивностью и адаптивным потенциалом хозяйственно ценных культур. Ячмень (*Hordeum vulgare L.*) относится к важнейшим зерновым культурам и характеризуется высокой экологической пластичностью, коротким вегетационным периодом и значительным генетическим разнообразием. Целью исследования являлась молекулярно-генетическая оценка 34 гибридных линий ярового ячменя по девяти SNP-маркерам Hv5, Hv10, Hv129, Hv6, Hv130, Hv113, Hv122, Hv11 и Hv128, ранее ассоциированным с признаками продуктивности. Генотипирование проводили с использованием технологии Amplifluor-like SNP, обеспечивающей аллель-специфическую амплификацию и флуоресцентную дискриминацию генотипов. Благоприятными гомозиготными состояниями считали генотип aa по маркерам Hv5, Hv6, Hv122, Hv129 и Hv130 и генотип bb по маркерам Hv10, Hv11, Hv113 и Hv128. По суммарному числу благоприятных генотипических состояний наибольший потенциал выявлен у линий Карабалыкский 150 × Сауле, Карагандинский 5 × Сауле, Омский 90 × Сабир и Bass × Донецкий 8, у которых установлено по четыре целевых состояния. По три благоприятных состояния обнаружено у линий Карагандинский 6 × Целинный 30, Карагандинский 5 × 2079 (США), Карагандинский 5 × Одесский 100, Карагандинский 5 × 2198 (США), Челябинец 1 × Астана 2000 и Карабалыкский 150 × Целинный 2005. Полученные результаты демонстрируют возможность применения исследованной панели SNP-маркеров для предварительной молекулярной дифференциации селекционного материала. Выделенные линии представляют интерес для последующей фенотипической валидации и использования в программах селекции ярового ячменя, направленных на повышение продуктивности и адаптивности культуры.

Ключевые слова: ячмень**,** *Hordeum vulgare L*, SNP-маркеры, Amplifluor, продуктивность, генотипирование, эффективные аллели, маркер-ассоциированная селекция.

Введение. В условиях глобального изменения климата, учащения засух, засоления почв и нестабильности температурного режима особое значение приобретает изучение генетических механизмов продуктивности и стрессоустойчивости зерновых культур [1, 2, 3, 4]. Одним из ключевых объектов современной генетики и селекции является ячмень (*Hordeum vulgare L.*), широко используемый как продовольственная, кормовая, солодовенная и техническая культура [5, 6, 7]. Благодаря высокой экологической пластичности, короткому вегетационному периоду, диплоидному набору хромосом и развитым геномным ресурсам ячмень рассматривается как удобная модельная культура для изучения урожайности, адаптивности и качества зерна у злаков [8].

Современное улучшение ячменя связано не только с традиционной фенотипической селекцией [9], но и с применением GWAS [10], QTL-картирования [11], геномной селекции [12], pangenome-анализа [13] и функциональной аннотации кандидатных генов [14]. Разработка 9K и 50K SNP-панелей значительно расширила возможности

высокопроизводительного генотипирования, картирования локусов продуктивности и отбора ценных аллелей [15; 16].В частности, 50K Illumina Infinium iSelect SNP array для ячменя включает 49 267 SNP-маркеров, что повысило плотность генетического анализа и точность выявления ассоциаций между маркерами и признаками [16].

Новые данные pangenome-анализа существенно расширили представления о генетическом разнообразии ячменя [13, 17]. В исследовании 2024 года был представлен pangenome, включающий long-head сборки 76 диких и культурных геномов, а также short-head данные 1315 генотипов. Показано, что структурные варианты, различия числа копий генов и сложные локусы могут влиять на архитектуру растения, устойчивость к болезням, качество зерна и ферментативную активность п солодоращении [13].

Продуктивность ячменя является сложным полигенным признаком, который определяется массой 1000 зерен, числом продуктивных стеблей, числом зерен в колосе, длиной и плотностью колоса, массой зерна с растения и другими компонентами урожая [18, 19]. В мета-анализе Du et al. было обобщено 1080 QTL по 11 признакам урожайности и продуктивности, опубликованных в 54 исследованиях. Эти QTL были объединены в 85 meta-QTL, из которых 61 подтвержден GWAS-данными, а 25 определены как перспективные для маркер-ассоциированной селекции [14].

Особую ценность имеют исследования на коллекциях яровойго ячменя, включающих генотипы из Казахстана и других регионов, поскольку они позволяют выявлять QTL, SNP-маркеры и генетические источники продуктивности, качества зерна, адаптивности и устойчивости к болезням в конкретных агроэкологических условиях Казахстана [20, 21, 22]. Важным источником новых аллелей является дикорастущий ячмень. Исследования популяций AB-NAM и HEB-25 показали, что интрогрессии от диких форм содержат ценные варианты генов, влияющие на зерновую продуктивность, массу зерна, архитектуру колоса и адаптивность. В популяции HEB-25, включающей 1420 линий, было выявлено 96 QTL-регионов и 14 QTL-hotspots, часть которых колокализировалась с известными генами цветения и морфологии колоса, включая. Ppd-H2, HvCEN, HvGI, VRN-H1, VRN-H3, VRS1, VRS3, VRS4 и INT-C [23]. Перспективность диких аллелей также подтверждена картированием агрономических признаков в advanced backcross nested association mapping population [24].

Наряду с QTL урожайности важное значение имеют функциональные гены, вовлеченные в регуляцию роста, стрессоустойчивости, метаболизма, качества зерна и ремобилизации питательных веществ. KH domain-containing proteins связаны с посттранскрипционной регуляцией экспрессии и стресс-ответом растений [25]. Glb1 участвует в гидролизе β-глюканов клеточных стенок эндосперма и связан с качеством зерна и солода [25, 26].

Гены аутофагии, включая ATG101-подобные последовательности, участвуют в деградации клеточных компонентов, ремобилизации азота и адаптации растений к стрессам; у ячменя экспрессия HvATG-генов возрастает при старении листьев, дефиците азота и темновом стрессе [28]. HvUGT13248 участвует в детоксикации деоксиниваленола и повышении устойчивости к Fusarium graminearum [29]. Кроме того, thiol protease SEN102, β-тубулин 5, mitochondrial electron transfer flavoprotein subunit alpha, Chloroplast Import Apparatus 2, IGPS, arogenate dehydrogenase 2 и HvSAP11 связаны с деградацией белков, цитоскелетной организацией, энергетическим обменом, фотосинтетической активностью, биосинтезом ароматических аминокислот и ответом на абиотические стрессы [30].

Таким образом, современные исследования показывают, что продуктивность и адаптивность ячменя определяются взаимодействием SNP-полиморфизмов, QTL, кандидатных генов и физиолого-метаболических механизмов. Комплексное применение GWAS, pangenome-анализа, транскриптомики и функциональной валидации генов позволяет выявлять молекулярные механизмы урожайности, качества зерна и устойчивости к стрессам. Для Казахстана такие исследования особенно важны, поскольку способствуют выявлению генотипов и аллелей, обеспечивающих стабильную продуктивность в условиях засухи, засоления и температурных колебаний.

Целью настоящего исследования являлась молекулярно-генетическая оценка 34 гибридных линий ярового ячменя с использованием девяти SNP-маркеров Hv5, Hv10, Hv129, Hv6, Hv130, Hv113, Hv122, Hv11, Hv128, установление их генотипических профилей и выделение линий, сочетающих предположительно благоприятные гомозиготные состояния по локусам, ассоциированным с признаками продуктивности, для последующей фенотипической валидациии использования в маркер-ассоциированной селекции.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились в период с 2025 по 2026 год на базе Инжинирингового центра органических агротехнологий Агротехнопарк Seifullin University НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина».

Объекты исследования. Исходным материалом для проведения генотипирования с Amplifluor SNP маркерами являлись гибриды ячменя селекции ТОО "НПЦЗХ им А.И. Бараева" и ТОО "Карагандинская СХОС им. А.Ф. Христенко". Для генотипирования ярового ячменя были подобраны 9 маркеров ассоцированных с признаком продуктивности культуры. Праймеры вовлеченые в молекулярно-генетический скрининг для ячменя были разработаны на основе SNP полиморфизмов эффективность которых выявлена в Лаборатории молекулярной генетики РГП «Институт биологии и биотехнологии растений» КН МНВО РК по средствам GWAS анализа [31]. Всего прогенотипировано 34 образца ярового ячменя.

Выделение ДНК. Геномную ДНК выделяли из молодых листьев ярового ячменя (Hordeum vulgare L.) модифицированным CTAB-методом. Перед экстракцией образцы листовой ткани (50–100 мг) замораживали в жидком азоте и гомогенизировали до порошкообразного состояния [32, 33].

CTAB-буфер содержал 2% CTAB, 1,4 M NaCl, 20 мМ EDTA и 100 мМ Tris-HCl (pH 8,0); TE-буфер – 10 мМ Tris-HCl (pH 8,0) и 1 мМ EDTA. В качестве растительного материала использовали проростки яровой мягкой пшеницы (около 2 см² листовой ткани). Образцы гомогенизировали в 400 мкл 2%-ного CTAB-буфера, добавляли 10 мкл РНКазы и инкубировали при 65 °C в течение 60–80 мин, периодически перемешивая. Затем вносили равный объём смеси хлороформ: изоамиловый спирт, центрифугировали при 14500 об/мин в течение 1 мин и водную фазу переносили в новую пробирку. ДНК осаждали холодным изопропанолом, промывали 70%-ным этанолом, высушивали при комнатной температуре и растворяли в TE-буфере. Полученную ДНК хранили при –20 °C. Концентрация выделенной ДНК составляла от 423,4 до 2143,7 нг/мкл, после чего образцы доводили до рабочей концентрации для дальнейшего SNP-генотипирования.

Генотипирование. Молекулярно-генетические исследования проводились по «Amplifluor SNP» технологии, основанная на аллель-специфической количественной полимеразной цепной реакции (кПЦР) с аллель-специфическими праймерами для прямого обнаружения однонуклеотидных полиморфизмов (SNP) в ДНК [34, 35]. Реакционная смесь содержала праймеры в концентрации 1–2 мкМ и универсальные зонды в концентрации 2,5 мкМ. Генотипирование образцов яровой мягкой пшеницы проводили с использованием SNP Amplifluor-маркеров для анализа полиморфизмов генов, ассоциированных с признаками продуктивности. Последовательности разработанных праймеров представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Последовательность праймеров для генотипирования на продуктивность

Название гена	Название праймера	Последовательность олигонуклеотидов
1	**2**	**3**
Hv5 (Hordeum vulgare subsp. vulgare KH domain-containing protein At1g09660/At1g09670-like)	hv_5_ASP1	GAAGGTGACCAAGTTCATGCTtccagcagtagaacaggttag
	hv_5_ASP2	GAAGGTCGGAGTCAACGGATccagcagtagaacaggtttg
	R_hv_5	acactgatttgcctgaggt
Hv10 (Eragrostis tef	hv_10_ASP1	GAAGGTGACCAAGTTCATGCTggtcctcggagaagatcg

1	2	3
cultivar Dabbi chromosome 7A)	hv_10_ASP2	GAAGGTCGGAGTCAACGGATcggtcctcggagaagattg
	R_hv_10	cctggtagagcagcttgg
Hv129 (Hordeum vulgare subsp. vulgare mRNA for predicted protein, complete cds, clone: NIASHv1115K11)	hv_129_ASP1	GAAGGTGACCAAGTTCATGCTccagcgatctccttgacttag
	hv_129_ASP2	GAAGGTCGGAGTCAACGGATagcgatctccttgacttgg
	R_hv_129	GAACGCAGGCAGGATCTT
Hv6 (Hordeum vulgare subsp. vulgare UDP-glycosyltransferase)	hv_6_ASP1	GAAGGTGACCAAGTTCATGCTtggactggccctgcggaa
	hv_6_ASP2	GAAGGTCGGAGTCAACGGATtggactggccctgcggga
	R_hv_6	gcaatgtcctgactccca
Hv130	hv_130_ASP1	GAAGGTGACCAAGTTCATGCTagaagacgccagatgcaa
	hv_130_ASP2	GAAGGTCGGAGTCAACGGATagaagacgccagatgcca
	R_hv_130	tgggcacatttcatgtttaacc
Hv113 (Hordeum vulgare subsp. vulgare mRNA for beta tubulin 5)	hv_113_ASP1	GAAGGTGACCAAGTTCATGCTgctggtactcrgcgacaa
	hv_113_ASP2	GAAGGTCGGAGTCAACGGATgctggtactcrgcgacga
	R_hv_113	cgagatggagttcaccga
Hv122 (Hordeum vulgare subsp. vulgare cDNA clone: FLbaf114o17)	hv_122_ASP1	GAAGGTGACCAAGTTCATGCTgacgtggaagagtctggag
	hv_122_ASP2	GAAGGTCGGAGTCAACGGATacgtggaagagtctgggg
	R_hv_122	ttcctgctgattgcagct
Hv11 (Hordeum vulgare subsp. vulgare indole-3-glycerol phosphate synthase)	hv_11_ASP1	GAAGGTGACCAAGTTCATGCTtgttaattgccgctgtgc
	hv_11_ASP2	GAAGGTCGGAGTCAACGGATtctgttaattgccgctgttc
	R_hv_11	ctccttgcatatccgtagaaagta
Hv128 (Hordeum vulgare subsp. vulgare arogenate dehydrogenase 2)	hv_128_ASP1	GAAGGTGACCAAGTTCATGCTtggttgctggtggtggcg
	hv_128_ASP2	GAAGGTCGGAGTCAACGGATtggttgctggtggtggtg
	R_hv_128	ggaagcagctcttcgagg

Amplifluor-подобный анализ SNP проводили по опубликованной методике Myakishev M., Khripin Y. 2001 [32], на основе целевых генов, тесно сцепленных с таким важным признаком, как продуктивность, на приборе количественной ПЦР (qPCR) 'QuantStudio7 Flex Real-Time PCR System' фирмы 'ThermoFisher-ABI' и микропланшетном ридере FLUOstar Omega (BMG LabTech, Ortenberg, Germany). Состав реакционной смеси и режим термоциклирования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Состав реакционной смеси и режим термоциклирования

Режимы ПЦР	Состав реакционной смеси
Pre-read – 72-30sec Hold – 95 – 5min 25 Cycles: 95 – 15 60 – 20 72- 20 95-15 sec 55-20 sec 72 – 20 sec Post-Read 72 -2 min 4 - ~	Мастер микс 2X - 5 мкл Праймер – 1 мкл Зонд - 1 мкл Полимераза – 0.1 мкл Вода – 0.9 мкл ДНК – 2 мкл Референсный краситель Rox – 1 мкл

Программа термоциклирования была применима при проведении генотипирования по всем искомым генам.

Статистический анализ. Статистическую обработку результатов генотипирования

проводили по данным флуоресцентного считывания Amplifluor-like SNP-маркеров. Для каждого образца определяли генотипы aa, bb или ab; образцы с отсутствием амплификации или нечетким сигналом учитывали как пропущенные данные. Для каждого маркера рассчитывали количество и процентное соотношение генотипов, а также частоту эффективных аллелей. В качестве положительно связанных с продуктивностью учитывали генотип aa для маркеров Hv5, Hv6, Hv122, Hv129 и Hv130, а также генотип bb для маркеров Hv10, Hv11, Hv113 и Hv128. Для каждого образца определяли суммарное число эффективных аллелей. Линии с наибольшим количеством таких аллелей рассматривали как наиболее перспективные для дальнейшего использования в селекционной работе. Расчеты выполняли в Microsoft Excel.

Результаты исследований. Молекулярно-генетическая оценка была проведена для 34 гибридных линий ярового ячменя с использованием девяти Amplifluor-like SNP-маркеров: Hv5, Hv10, Hv129, Hv6, Hv130, Hv113, Hv122, Hv11 и Hv128. Анализ аллель-специфических флуоресцентных сигналов позволил классифицировать исследуемые образцы как гомозиготы по аллелю 1 – aa, гомозиготы по аллелю 2 – bb и гетерозиготы – ab. Реакции с отсутствующей амплификацией либо недостаточно чётким кластерным положением обозначали как x и учитывали как пропущенные данные. Всего из 306 потенциальных генотипических определений было получено 281 достоверное определение, что соответствует общей результативности генотипирования 91,8%.

На рисунке 1 представлены графики аллельной дискриминации по SNP-маркерам Hv10, Hv113, Hv6 и Hv128. Для всех маркеров выделены кластеры, соответствующие генотипам aa, bb и ab. По маркеру Hv10 генотип aa выявлен у 29 линий (85,3%), генотип ab – у 4 (11,8%), а генотип bb – лишь у 1 линии (2,9%), что свидетельствует о низкой встречаемости данного аллеля в исследуемой выборке.

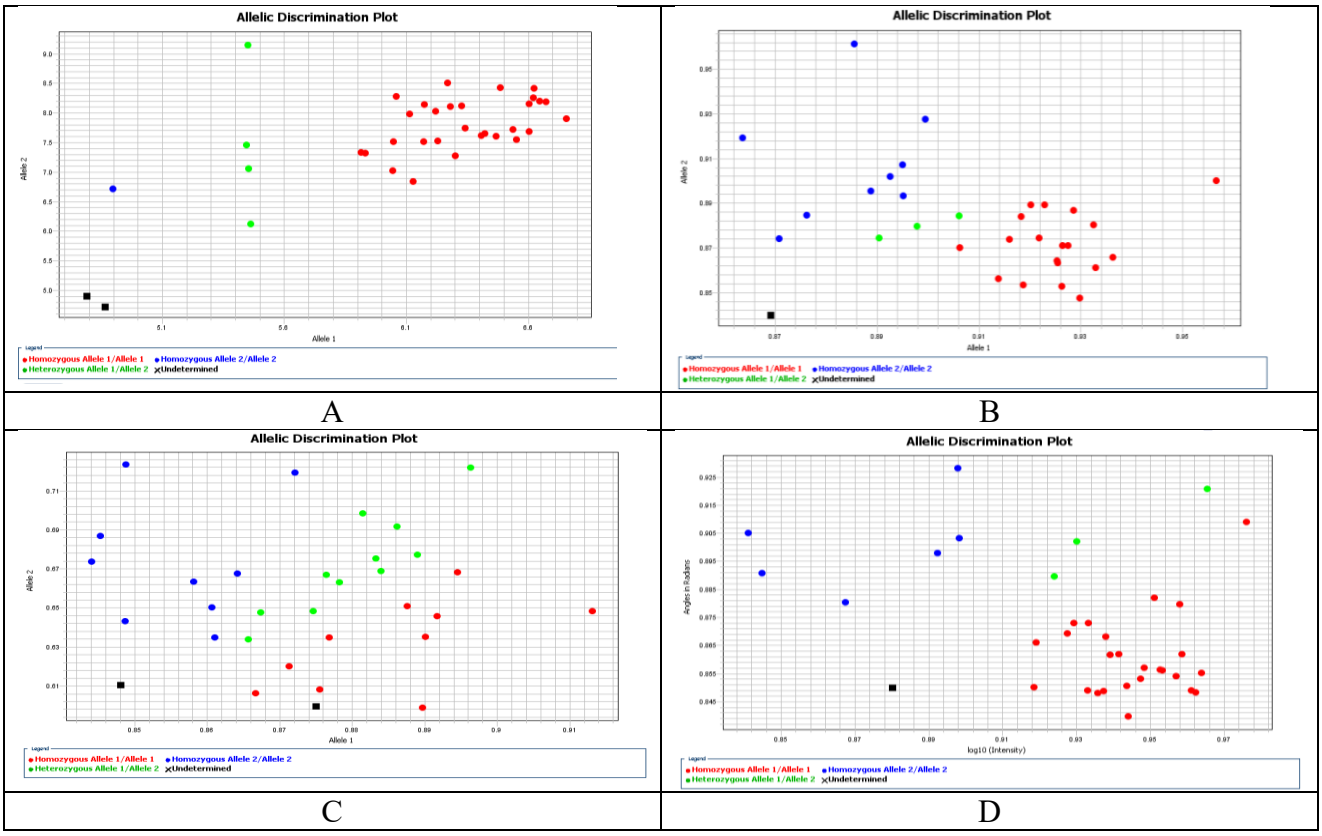


Рисунок 2 – Аллельная дискриминация гибридных линий ярового ячменя по SNP-маркерам Hv6 (C) и Hv128 (D). Красным цветом обозначены гомозиготы aa, синим – гомозиготы bb, зелёным – гетерозиготы ab, чёрным – неопределённые реакции и/или контрольные лунки

По маркеру Hv113 генотип aa выявлен у 19 линий, генотип bb – у девяти, а генотип ab – у трёх линий. Для трёх образцов достоверное аллельное состояние определить не удалось. Благоприятный гомозиготный генотип bb присутствовал у 26,5% всей выборки и у 29,0% успешно генотипированных образцов. На графике основные гомозиготные группы были разделены, тогда как малочисленный гетерозиготный кластер занимал промежуточное положение между ними.

Маркер Hv6 характеризовался наиболее равномерным распределением генотипических классов. Генотип aa был установлен у десяти линий, bb – у девяти, ab – у одиннадцати, ещё четыре результата были отнесены к категории x. Доля благоприятного генотипа aa составила 29,4% от общего числа линий и 33,3% среди образцов с достоверным определением генотипа. Высокая представленность гетерозигот свидетельствует о сохраняющейся сегрегации или остаточной гетерозиготности анализируемого селекционного материала по данному локусу.

По маркеру Hv128 преобладал генотип aa, выявленный у 25 линий, или 73,5% выборки. Генотип bb был установлен у шести линий, а ab – у трёх. Неопределённые результаты среди исследуемых образцов отсутствовали. Благоприятный генотип bb составил 17,6%. В совокупности результаты показывают, что среди четырёх представленных маркеров наиболее высокая частота благоприятного гомозиготного состояния наблюдалась по Hv6 и Hv113, тогда как по Hv10 соответствующий вариант встречался единично.

При анализе всех девяти SNP-маркеров наиболее часто благоприятный гомозиготный генотип выявлялся по Hv11 – у 19 линий, или 55,9%. По Hv130 он присутствовал у 13 линий, по Hv6 – у десяти, по Hv113 – у девяти. Более низкая представленность установлена по Hv5 и Hv128 – по шесть линий, Hv122 – пять линий, Hv129 – две линии и Hv10 – одна линия. Эти результаты указывают на неодинаковое распределение потенциально благоприятных аллельных вариантов в исследуемом селекционном материале.

По принятой системе суммарной оценки максимальное число благоприятных гомозиготных генотипов – четыре из девяти – было установлено у линий Карабалыкский 150 × Сауле, Карагандинский 5 × Сауле, Омский 90 × Сабир и Bass × Донецкий 8. По три благоприятных генотипа имели линии Карагандинский 6 × Целинный 30, Карагандинский 5 × 2079 (США), Карагандинский 5 × Одесский 100, Карагандинский 5 × 2198 (США), Челябинец 1 × Астана 2000 и Карабалыкский 150 × Целинный 2005.

Выделенные линии могут рассматриваться как приоритетный материал для последующей фенотипической проверки и маркер-ассоциированного отбора. Вместе с тем суммарное количество благоприятных генотипов следует интерпретировать как предварительный молекулярный индекс, а не как прямое доказательство повышенной урожайности, поскольку вклад отдельных локусов может различаться и зависеть от генетического фона и условий выращивания. Сводные результаты генотипирования 34 образцов ярового ячменя по девяти SNP-маркерам представлены в таблице 3. Из 306 потенциальных определений генотипа достоверно классифицировано 281 (91,8%), тогда как для 25 реакций (8,2%) однозначное определение генотипа оказалось невозможным.

Таблица 3 – Генотипические профили 34 гибридных линий ярового ячменя по девяти SNP-маркерам, ассоциированным с признаками продуктивности

№ п/п	Наименование	Hv5	Hv10	Hv129	Hv6	Hv130	Hv113	Hv122	Hv11	HV128
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
1	Карагандинский 6 х 2496 (США)	bb	aa	bb	ab	bb	bb	bb	bb	aa
2	Донецкий 9 х Целинный 213	bb	aa	bb	ab	x	bb	bb	bb	aa
3	Карагандинский 6 х Целинный 30	bb	aa	ab	ab	aa	bb	bb	bb	aa

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	Карагандинский 5 х 2079 (США)	x	aa	bb	bb	aa	bb	bb	bb	aa
5	Карагандинский 5 х Одесский 100	bb	aa	aa	aa	bb	aa	bb	bb	aa
6	Карабалыкский 150 х Сауле	bb	bb	x	x	bb	bb	bb	bb	bb
7	Карагандинский 6 х 2603 (США)	bb	aa	bb	bb	ab	bb	bb	bb	aa
8	Карагандинский 5 х Сабир	x	aa	bb	bb	x	bb	bb	bb	ab
9	Карагандинский 5 х 2198 (США)	bb	ab	bb	ab	aa	ab	bb	bb	bb
10	Карагандинский 5 х Астана 2007	bb	aa	bb	ab	aa	aa	ab	bb	aa
11	Ага х Ауксиний II	bb	aa	ab	aa	x	aa	bb	bb	aa
12	Карабалыкский 150 х 2328 (США)	x	aa	bb	aa	ab	aa	bb	bb	aa
13	Карабалыкский 150 х 2566 (США)	bb	aa	ab	ab	aa	aa	bb	bb	aa
14	Карабалыкский 150 х 2344 (США)	aa	aa	bb	ab	bb	aa	bb	bb	aa
15	Карагандинский 5 х 2081 (США)	x	aa	ab	bb	x	x	x	x	aa
16	Карагандинский 5 х Сыр-Аруы	bb	aa	ab	bb	bb	bb	bb	bb	ab
17	Челябинский 99 х Целинный 5	bb	aa	bb	ab	aa	ab	bb	bb	aa
18	Карагандинский 5 х 2496 (США)	ab	aa	bb	aa	aa	aa	ab	aa	aa
19	Челябинец 1 х Астана 2000	bb	aa	ab	aa	aa	ab	ab	bb	aa
20	Карабалыкский 150 х 2157 (США)	x	aa	ab	x	ab	aa	aa	aa	aa
21	Карагандинский 5 х Тулпар	bb	aa	ab	x	aa	aa	aa	ab	aa
22	Карагандинский 5 х Сауле	aa	aa	aa	aa	ab	aa	aa	aa	aa
23	Карабалыкский 43 х Franklin	aa	aa	bb	bb	ab	aa	ab	ab	aa
24	Омский 90 х Сабир	ab	ab	bb	bb	aa	bb	ab	bb	bb
25	Карагандинский 5 х Гранал	bb	aa	bb	ab	aa	aa	ab	ab	aa
26	Родник х Целинный 93	ab	aa	ab	aa	ab	aa	ab	ab	aa
27	Карабалыкский 150 х 2156	aa	ab	bb	x	ab	aa	ab	aa	bb
28	Целинный голозерный х Медикум 18	ab	aa	ab	aa	aa	aa	ab	aa	aa
29	Карабалыкский 150 х Целинный 2005	ab	aa	ab	aa	aa	aa	aa	aa	aa
30	Bass х Донецкий 8	aa	aa	ab	aa	ab	aa	aa	bb	aa
31	Карабалыкский 150 х Сибирский Авангард	aa	aa	bb	bb	ab	aa	ab	ab	aa
32	Карагандинский 5 х Байшешек	x	ab	bb	bb	x	x	x	x	bb
33	Карагандинский 5 х Инкар	x	aa	bb	ab	bb	x	bb	x	bb
34	Кедр х Целинный 91	bb	aa	ab	ab	ab	aa	ab	aa	ab

Примечание: aa – гомозигота по аллелю 1; bb – гомозигота по аллелю 2; ab – гетерозигота; x – неопределённый результат генотипирования. Обозначение HV128 следует унифицировать как Hv128.

Распределение генотипических состояний существенно различалось между SNP-маркерами. Гетерозиготные генотипы ab были выявлены по всем исследованным локусам, однако наиболее часто встречались по маркерам Hv129 – у 13 образцов, Hv6 и Hv122 – у 11 образцов по каждому маркеру, а также Hv130 – у 10 образцов. Наличие гетерозиготных состояний может свидетельствовать о сохраняющейся сегрегации исследуемого гибридного материала и различной степени фиксации анализируемых локусов. Вместе с тем окончательная интерпретация гетерозиготности должна учитывать поколение гибридных линий и способ подготовки ДНК – из индивидуального растения или объединённого растительного материала.

Согласно принятой схеме интерпретации, благоприятными гомозиготными состояниями считали генотип aa по маркерам Hv5, Hv6, Hv122, Hv129 и Hv130 и генотип bb по маркерам Hv10, Hv11, Hv113 и Hv128. Гетерозиготные состояния ab при расчёте суммарного показателя не относили к благоприятным гомозиготным вариантам.

Наиболее высокая представленность благоприятного генотипического состояния была установлена по маркеру Hv11: генотип bb выявлен у 19 образцов, что составило 55,9% исследованной выборки. По маркеру Hv130 благоприятный генотип aa обнаружен у 13 образцов, или 38,2%, по Hv6 – у 10 образцов, или 29,4%, а по Hv113 благоприятный генотип bb установлен у девяти образцов, или 26,5%. Благоприятные генотипы по Hv5 и Hv128 присутствовали у шести образцов по каждому маркеру, по Hv122 – у пяти, по Hv129 – у двух. Наиболее редко благоприятное состояние встречалось по маркеру Hv10: генотип bb был выявлен только у одного образца – Карабалыкский 150 × Сауле. Таким образом, исследованные локусы характеризовались неодинаковой частотой благоприятных генотипических вариантов в изученной выборке.

Для интегральной характеристики линий было рассчитано суммарное количество благоприятных гомозиготных состояний по девяти SNP-маркерам. Максимальное значение показателя составило четыре и было установлено у четырёх гибридных линий: Карабалыкский 150 × Сауле, Карагандинский 5 × Сауле, Омский 90 × Сабир и Bass × Донецкий 8. При этом линии различались по составу благоприятных локусов. У образца Карабалыкский 150 × Сауле благоприятные генотипы выявлены по маркерам Hv10, Hv113, Hv11 и Hv128; у Карагандинский 5 × Сауле – по Hv5, Hv129, Hv6 и Hv122; у Омский 90 × Сабир – по Hv130, Hv113, Hv11 и Hv128; у Bass × Донецкий 8 – по Hv5, Hv6, Hv122 и Hv11. Следовательно, одинаковое суммарное значение показателя формировалось за счёт различных комбинаций SNP-локусов.

Следует учитывать, что у линии Карабалыкский 150 × Сауле достоверные результаты были получены по семи из девяти маркеров, тогда как по Hv129 и Hv6 зарегистрированы неопределённые значения. Поэтому её суммарный результат целесообразно представлять как четыре благоприятных состояния среди семи успешно генотипированных локусов. Для остальных трёх лидирующих линий генотипы были определены по всем девяти маркерам.

По три благоприятных гомозиготных состояния выявлено у шести линий: Карагандинский 6 × Целинный 30, Карагандинский 5 × 2079 (США), Карагандинский 5 × Одесский 100, Карагандинский 5 × 2198 (США), Челябинец 1 × Астана 2000 и Карабалыкский 150 × Целинный 2005. У 15 образцов установлено по два благоприятных состояния, у семи – по одному. У линий Карагандинский 5 × 2081 (США) и Кедр × Целинный 91 благоприятные гомозиготные варианты по принятой системе оценки не выявлены. При этом результат для Карагандинский 5 × 2081 (США) необходимо интерпретировать с осторожностью, поскольку по четырём из девяти маркеров были получены неопределённые значения.

Полученные данные демонстрируют межлинейный полиморфизм по исследованным SNP-локусам и позволяют предварительно дифференцировать гибридный материал по числу и сочетанию генотипических вариантов, ранее ассоциированных с признаками продуктивности. Линии с тремя и четырьмя благоприятными гомозиготными состояниями могут рассматриваться как приоритетные кандидаты для последующей фенотипической оценки и дальнейшего селекционного отбора. Вместе с тем выявленные молекулярные профили не являются самостоятельным доказательством повышенной продуктивности. Селекционная ценность выделенных линий должна быть подтверждена данными полевых испытаний, структурой урожая и стабильностью проявления признаков в различных условиях выращивания.

Таким образом, генотипирование с использованием Amplifluor-like SNP-маркеров позволило установить различия между гибридными линиями ярового ячменя по девяти локусам, связанным с формированием продуктивности. На основании числа благоприятных гомозиготных состояний предварительно выделены линии Карабалыкский 150 × Сауле, Карагандинский 5 × Сауле, Омский 90 × Сабир и Bass × Донецкий 8. Полученные результаты могут быть использованы для приоритетного отбора селекционного материала, однако окончательная оценка выделенных генотипов должна проводиться с учётом их фенотипической продуктивности и стабильности признаков в полевых условиях.

Дальнейшая валидация выявленных маркер-признаковых ассоциаций на расширенной выборке позволит повысить эффективность их применения в селекционных программах.

Обсуждение. Полученные результаты демонстрируют возможность применения SNP-генотипирования для предварительной молекулярной оценки селекционного материала ярового ячменя. Продуктивность ячменя представляет собой сложный полигенный количественный признак, формируемый совокупным действием множества генетических локусов и существенно модифицируемый условиями среды и взаимодействием генотипа со средой [10]. В связи с этим анализ отдельных SNP-локусов не может заменить полевую фенотипическую оценку, однако позволяет уже на ранних этапах селекционного процесса дифференцировать линии по маркерным профилям и выделять образцы, содержащие предположительно благоприятные генотипические варианты. Такой подход соответствует принципам маркер-ассоциированного отбора, при котором молекулярные маркеры используются для повышения направленности и эффективности селекции, особенно при работе со сложными полигенными признаками [36].

Интерпретация исследованных SNP-маркеров основывалась на ранее установленных ассоциациях соответствующих локусов с продуктивностью и её отдельными компонентами. Вместе с тем селекционная эффективность маркера определяется не только наличием статистической связи с признаком, но и его физическим расстоянием от функционально значимого гена, устойчивостью маркер-признаковой ассоциации и воспроизводимостью эффекта в конкретном генетическом фоне. Существенное значение имеет также проверка действия соответствующего локуса в определённых агроэкологических условиях. Для ячменя это особенно важно вследствие выраженной зависимости роста, развития и формирования урожая от водообеспеченности, температуры, фазы онтогенеза и происхождения генотипа [37].

Установленное распределение генотипических состояний aa, bb и ab по девяти SNP-маркерам свидетельствует о наличии межлинейного полиморфизма в исследованном гибридном материале. Такой полиморфизм формирует генетическую вариабельность, необходимую для проведения дифференцированного отбора. При этом частота предположительно благоприятных гомозиготных состояний существенно различалась между маркерами. Наиболее часто благоприятный генотип выявлялся по маркеру Hv11: состояние bb было установлено у 19 из 34 образцов. Напротив, по маркеру Hv10 благоприятный генотип bb присутствовал только у одной линии. Данное распределение показывает, что одни маркерные варианты уже широко представлены в исследованном материале, тогда как другие встречаются редко и могут иметь особое значение при подборе родительских форм.

Для комплексной характеристики линий было рассчитано суммарное количество предположительно благоприятных гомозиготных состояний по всем исследованным локусам. Максимальное значение, равное четырём, установлено у линий Карабалыкский 150 × Сауле, Карагандинский 5 × Сауле, Омский 90 × Сабир и Bass × Донецкий 8. Ещё у шести линий выявлено по три благоприятных состояния. Эти генотипы могут быть отнесены к приоритетной группе для последующей фенотипической проверки. Вместе с тем одинаковое суммарное количество благоприятных состояний формировалось за счёт разных сочетаний SNP-локусов, поэтому выделенные линии не являются генетически эквивалентными. Кроме того, простое суммирование благоприятных состояний не доказывает аддитивного или синергического действия соответствующих локусов. Для подтверждения эффекта их сочетаний необходимо сопоставление маркерных данных с количественными показателями продуктивности. Гетерозиготные генотипы ab в выполненном расчёте не включались в число благоприятных гомозиготных состояний, поэтому полученный показатель характеризует степень фиксации соответствующих маркерных вариантов, а не общее количество благоприятных аллелей в геноме.

Полученные результаты согласуются с данными исследований, выполненных на казахстанском селекционном материале ячменя. При валидации KASP-маркеров на перспективных двухрядных линиях, выращенных в условиях юго-востока Казахстана, было

показано, что часть маркеров, разработанных на основании результатов GWAS, сохраняла статистически значимые связи с признаками адаптивности и продуктивности. Вместе с тем подтверждение таких ассоциаций зависело от состава исследуемой коллекции и условий испытания [38]. Аналогичная закономерность была установлена при исследовании шестирядных линий ячменя казахстанской селекции: из 21 проанализированного KASP-маркера полиморфными в данной выборке оказались только семь, что подтверждает зависимость информативности маркеров от генетической структуры исследуемого материала [39]. Следовательно, SNP-маркеры, ранее ассоциированные с агрономическими признаками, требуют локальной валидации до их широкого применения в практической селекции.

Использованная панель из девяти SNP-маркеров имеет практическое значение для предварительного скрининга гибридных линий, однако охватывает только ограниченную часть генетической архитектуры продуктивности ячменя. Признаки колоса, масса зерна и итоговая урожайность контролируются многочисленными локусами, распределёнными по разным хромосомам. Эффект отдельных QTL может изменяться в зависимости от генетического фона, условий выращивания и взаимодействия с другими локусами. Современное картирование признаков колоса подтверждает наличие большого числа QTL, различающихся по величине и стабильности эффекта, причём только часть из них воспроизводится в нескольких средах и может рассматриваться как перспективная для практической селекции [40].

В связи с этим результаты настоящего исследования следует рассматривать как основу для последующей многоэтапной оценки перспективных линий. Для подтверждения селекционной значимости выявленных генотипических состояний необходимо сопоставить результаты SNP-генотипирования с полевыми данными по массе 1000 зёрен, числу зёрен в колосе, длине колоса, массе зерна с растения и урожайности. Особое значение имеет проведение испытаний в нескольких агроэкологических условиях, поскольку отдельные локусы могут проявлять неодинаковый эффект в зависимости от температуры, влагообеспеченности, сроков посева и других факторов среды. Исследования европейских коллекций двухрядного ярового ячменя показали, что сочетание высокоплотного генотипирования с данными многолетних и многосредовых полевых испытаний позволяет выявлять стабильные локусы количественных признаков (QTL), а также учитывать влияние взаимодействия генотипа и среды при оценке урожайности, массы зерна и продолжительности вегетационного периода [41].

Таким образом, проведённое исследование подтверждает аналитическую пригодность технологии Amplifluor-like для определения аллельного состояния SNP-локусов и демонстрирует её практическую ценность для предварительной молекулярной дифференциации гибридного материала ярового ячменя. Основным результатом является выявление линий, сочетающих несколько предположительно благоприятных гомозиготных состояний по маркерам, ранее ассоциированным с продуктивностью и её компонентами. Линии Карабалыкский 150 × Сауле, Карагандинский 5 × Сауле, Омский 90 × Сабир и Bass × Донецкий 8 могут быть рекомендованы для приоритетной полевой проверки и дальнейшего использования в селекционной работе. Однако их повышенная продуктивность должна быть подтверждена фенотипическими данными и устойчивостью проявления признаков в различных условиях выращивания. Расширение панели молекулярных маркеров, проведение многолетних и многосредовых испытаний, а также локальная валидация ассоциаций между молекулярными маркерами и хозяйственно ценными признаками позволят повысить точность маркер-ассоциированной селекции и обоснованность использования выделенных линий при создании высокопродуктивных сортов ярового ячменя, адаптированных к почвенно-климатическим условиям Казахстана.

Заключение. Проведённое исследование показало возможность использования Amplifluor-like SNP-маркеров для предварительного молекулярного скрининга гибридных линий ярового ячменя и выявления генотипов, сочетающих несколько предположительно благоприятных маркерных вариантов, связанных с продуктивностью. Наибольший

селекционный интерес представляют линии Карабалыкский 150 × Сауле, Карагандинский 5 × Сауле, Омский 90 × Сабир и Bass × Донецкий 8, у которых установлено по четыре благоприятных гомозиготных состояния. Вместе с тем результаты следует рассматривать как предварительные, поскольку использованная панель из девяти SNP-маркеров охватывает лишь ограниченную часть полигенной архитектуры продуктивности, а наличие благоприятного генотипа не является прямым доказательством повышенной урожайности. Основными ограничениями исследования являются относительно небольшой объём выборки, получение неоднозначных результатов генотипирования по отдельным SNP-локусам и отсутствие статистически подтверждённых ассоциаций между выявленными генотипами и фенотипическими показателями продуктивности растений. Перспективы дальнейших исследований связаны с расширением панели молекулярных маркеров, повторным генотипированием исследуемого материала, проведением многолетних и многофакторных полевых испытаний, а также комплексным анализом ассоциаций SNP-вариантов с урожайностью и её структурными элементами. Это позволит подтвердить селекционную ценность выделенных линий, повысить точность маркер-ассоциированной селекции и эффективность создания высокопродуктивных сортов ярового ячменя, адаптированных к почвенно-климатическим условиям Казахстана.

Финансирование. Работа выполнена в рамках программно-целевого финансирования (ПЦФ) Министерства образования и науки РК на 2024-2026 гг. BR24992903 «Практическое внедрение современных молекулярно-генетических, физиолого-биохимических, биотехнологических методов и цифрового фенотипирования в селекцию экономически значимых сельскохозяйственных культур».

Литературы:

[1] **Badr, A.,** El-Shazly H.H., Mahdy M., Schierenbeck M., Helmi R.Y., Börner A., Youssef H.M. GWAS identifies novel loci linked to seedling growth traits in highly diverse barley population under drought stress // Scientific Reports. – 2025. – Vol. 15. – Article 10085. – DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-025-94175-y

[2] **Goche, T.,** Mavindidze P., Zenda T. Advances in Functional Genomics for Exploding Abiotic Stress Tolerance Mechanisms in Cereals // Plants. – 2025. – Vol. 14, № 16. – Article 2459. – DOI: https//doi.org/10.3390/plants14162459

[3] **Palmgren, M.,** Shabala S. Adaptimg crops for climate change: regaining lost abiotic stress tolerance in crops // Fronties in Science. – 2024. – Vol. 2. – Article 1416023. – DOI: https://doi.org/10.3389/fsci.2024.1416023

[4] **Slawin, C.,** Ajayi O., Mahalingam R. Association mapping unravels the genetic basis for drought-related traits in different developmental stages of barley // Scientific Reports. – 2024. – Vol. 14. – Article 25121. – DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-024-73618-y

[5] **Jiang, C.,** Kan J., Gao G., Docckter C., Li C., Wu W., Yang P., Stein N. Barley2035: A decadal vision for barley research and breeding // Molecular Plant. – 2025. – Vol. 18, № 2. – P. 195-218. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.molp.2024.12.009.

[6] **Kaur, A.,** Purewa; S.S., Phimolsiripol Y., Punia Bangar S. Unraveling the Hidden Potential of Barley (*Hordeum Vulgare*): An Important Review // Plants. – 2024. – Vol. 13, № 17. – Article 2421. – DOI: https://doi.org/10.3390/plants13172421

[7] **Lukinac, J.,** Jukić M. Barley in the Production of Cereal-Based Product // Plants. – 2022. – Vol. 11, № 24. – Article 3519. – DOI: https://doi.org/10/3390/plants11243519

[8] **Mascher, M.,** Gundlach H., Himmelbach A., Beier S., Twardziok S.O., Wicker T. et al. A chromosome conformation capture ordered sequence of the barley genome // Nature. – 2017. – Vol. 544, № 7651. – P. 427-433. – DOI: https://doi.org/10.1038/nature22043

[9] **Tokhetova, L.A.,** Toktamysov A.M., Baimbetova G.Z., Tauipbaev S.T., Umbetov U., Dosmanbetov D., Snassapova G., Zhanzakov M.M. Inheritance and selection efficiency in hybrid populations of spring barley (*Hordeum Vulgare L.*) under greenhouse conditions // SABRAO Journal of Breeding and Genetics. – 2025. – Vol. 57, № 2. – P. 423-434. – DOI: https://doi.org/10.54910/sabrao2025.57.2.3

[10] **Genievskaya, Y.,** Abdugalieva S., Turuspekov Y. Identification of QTLs associated with grain

yield-related traits of spring barley // BMS Olant Biology. – 2025. – Vol. 25. – Article 554. – DOI: https://doi.org/10.1186/s12870-025-06588-6

[11] **Chen, B.,** Hou Y., Huo Y., Zeng Z., Hu D., Mao X., Zhong C., Xu Y., Tnag X., Gao X., Ma J., Cheng G. QTL Mapping of Yield, Agronomic, and Nitrogen-Related Traits in Barley (*Hordeum vulgare L.*) under Low Nitrogen and Normal Nitrogen Treatments // Plants. – 2024. – Vol. 13, № 15. – Article 2137. – DOI: https://doi.org/10.3390/plants13152137

[12] **Halpin-McCormick, A.,** Camplbell Q., Negrão S., Morrell P.L., Hübner S., Neyhart J.L., Kantar M.B. Enviromental genomic selection to leverage polygenic local adaptation in barley landraces // Communication Biology. – 2025. – Vol. 8. – Article 618. – DOI: https://doi.org/10.1038/s42003-025-08045-4

[13] **Jayakobi, M.,** Lu Q., Pidom H., Rabanus-Wallace M.T., Bayer M., Lux T., Guo Y. et al. Structural variation in the pangenome of wild and domesticated barley // Nature. – 2024. – Vol. 636, № 8043. – P. 654-662. – DOI: https://doi.org/10.1038/s41586-024-08187-1

[14] **Du, B.,** Wu J., Wang Q., Sun C., Sun G., Zhou J., Zhang L., Xiong Q., Ren X., Lu B. Genome-wide screening of meta-QTL and candidate genes controlling yield and yield-related traits in barley (*Hordeum vulgare L.*) // PLOS ONE. – 2024. – Vol. 19, № 5. – Article e0303751. – DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0303751

[15] **Comadran, J.,** Kilian B., Russell J., Ramsay L., Stein N., Ganal M., Shaw P., Bayer M., Thomas W., Marshall D., Hedley P., Tondelli A., Pecchioni N., Francia E., Korzun V., Walther A., Waugh R. Natural variation in a homolog of Antirrhinum CENTRORADIALIS contributed to spring growth habit and environmental adaptation in cultivated barley // Nature Genetics. – 2012. – Vol. 44. – P. 1388-1392. – DOI: https://doi.org/10.1038ng.2447

[16] **Bayer, M.M.,** Rapazote-Flores P., Ganal M., Hedley P.E., Macaulay M., Plieske J., Ramsay L., Russell J., Shaw P.D., Thomas W.T.B., Waugh R. Development and Evaluation of a Barley 50k iSelect SNP Array // Frontiers in Plant Science. – 2017. – Vol. 8. – Article 1792. – DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01792

[17] **Jayakodi, M.,** Padmarasu S., Haberer G., Bonthala V.S., Gundlach H., Monat C., Lux T., Kamal N., Lang D., Himmelbach A. et al. The barley pan-genome reveals the hidden legacy of mutation breeding // Nature. – 2020. – Vol. 588, № 7837. – P. 284-289. – DOI: https://doi.org/10.1038/s41586-020-2947-8

[18] **Ogrodowicz, P.,** Mikolajczak K., Kempa M., Mokrzycka M., Krajewski P., Kuczyńska A. Genome-wide association study of agronomical and root-related traits in spring barley collection grown under field conditions // Frontiers in Plant Science. – 2023. – Vol. 14. – Article 1077631. – DOI: https://doi.org/10.3389/flps.2023.1077631

[19] **Xu, X.,** Sharma R., Tondelli A., Russell L., Comadran J., Pillen K., Schnaithmann F., Kilian B., Cattivelli L., Thomas W.T.B., Flavell A.J. Genome-wide association analysis of grain yield-associated traits in a pan-European barley cultivar collection // The Plant Genome. – 2018. – Vol. 11, № 1. – Article 170073. – P. 1-11. – DOI: https://doi.org/10.3838/plantgenome2017.08.0073

[20] **Almerekova, S.,** Genievskaya Y., Abdugalieva S., Sato K., Turuspekov Y. Population Structure and Genetic Diversity of Two-Rowed Barley Accessions from Kazakhstan Based on SNP Genotyping Data // Plants. – 2021. – Vol. 10, № 10. – Article 2025. – DOI: https://doi.org/10.3390/plants10102025

[21] **Genievskaya, Y.,** Almerekova S., Abugalieva S., Abugalieva A., Sato K., Turuspekov Y. Identification of SNPs Associated with Grain Quality Traits in Spring Barley Collection Grown in Southeastern Kazakhstan // Agronomy. – 2023. – Vol. 13, № 6. – Article 1560. – DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy13061560

[22] **Genievskaya, Y.,** Chudinov V., Abugalieva S., Turuspekov Y. Novel QTL Hotspots for Barley Flowering Time, Plant Architecture, and Grain Yield // Agronomy. – 2024. – Vol. 14, № 7. – Article 1560. – DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy14071478

[23] **Sharma, R.,** Draicchio F., Bull H., Herzig P., Maurer A., Pillen K., Thomas W.T.B., Flavell A.J. Genome-wide association of yield traits in a nested association mapping population of barley reveals new gene diversity for future breeding // Journal of Experimental Botany. – 2018. – Vol. 69, № 16. – P3811-3822 – DOI: https://doi.org/10.1093/jxb/ery178

[24] **Nice, L.M.,** Steffenson B.J., Blake T.K., Horsley R.D., Smith K.P., Muehlbauer G.J. Mapping agronomic traits in a wild barley advanced backcross nested association mapping population // Crop Science. – 2017. – Vol. 57, № 3. – P. 1199-1210. – DOI: https://doi.org/10.2135/cropsci2016.10.0850

[25] **Chen, T.,** Cui P., Chen H., Ali S., Zhang S., Xiong L. A KH-Domain RNA-Binding Protein Interacts with FIERY2/CTD Phosphatase-Like 1 and Splicing Factors and Is Important for Pre-mRNA

Splicing in Arabidobsis // PLOS Genetics. – 2013. – Vol. 9, № 10. – Article e1003875. – DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1003875

[26] **Slakeski, N.,** Fincher G.B., Developmental Regulation of (1→3, 1→4)- β-Glucanase Gene Expression in Barley: Tissue-Specific Expression of Individual Isoenzymes // Plant Physiology. – 1992. – Vol. 99, № 3. – P. 1226-1231. – DOI: https://doi.org/10.1104/pp.99.3.1226

[27] **Betts, N.S.,** Wilkinson L.G., Khor S.F., Shirley N.J., Lok F., Skadhauge B., Burton R.A., Fincher G.B., Collins H.M. Morphology, Carbohydrate Distribution, Gene Expression, and Enzymatic Activities Related to Cell Wall Hydrolysis in Four Barley Varieties during Simulated Malting // Frontiers in Plant Science. – 2017. – Vol. 8. – Article 1872. – DOI: https://doi.org/10.3389./fpls.2017.01872

[28] **Avila-Ospina. L.,** Marmagne A., Soulay F., Masclaux-Daubresse C. Identification of Barley (*Hordeum vulgare L.*) Autophagy Genes and Their Expression Levels during Leaf Senescence, Chronic Nitrogen Limitation and in Response to Dark Exposure // Agronomy. – 2016. – Vol. 6 № 1. – Article 15. – DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy6010015

[29] **Bethke, G.,** Huang Y., Hensel G., Heinen S., Liu C., Wyant S.R., Li X., Quin M.B., McCormick S., Morrell P.L., Dong Y., Kumlehn J., Salvi S., Berthiller F., Muehlbauer G.J. UDP-glucosyltransferase HvUGT13248 confers type II resistance to Fusarium graminearum in barley // Plant Physiology. – 2023. – Vol. 193, № 4. – P. 2691-2710. – DOI: https://doi.org/10.1093/plphys/kiad467

[30] **Baidyussen, A.,** Jatayev S., Khassanova G., Amantayev B., Sereda G., Sereda S., Gupta N.K., Gupta S., Schramm C., Anderson P., Jenkins C.L.D., Soole K.L., Langridge P., Shavrukov Y. Expression of Specific Alleles of Zinc-Finger Transcription Factors, HvSAP8 and HvSAP16, and Corresponding SNP Markers, Are Associated with Drought Tolerance in Barley Populations // International Journal of Molecular Sciences. – 2021. – Vol. 22, № 22. – Article 12156. – DOI: https://doi.org/10.3390/ijms222212156

[31] **Genievskaya, Y.,** Almerekova S., Abdugalieva S., Chudinov V., Blake T., Abdugalieva A., Turuspekov Y. Identification of SNP markers associated with grain quality traits in barley collection (*Hordeum vulgare L.*) harvested in Kazakhstan // Agronomy. – 2022. – Vol. 12. – No. 10. – Article 2431. – DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy12102431

[32] **Saghai-Maroof, M.A.,** Soliman K.M., Jorgensen R.A., Allard R.W., Ribosomal DNA spacer-length polymorphisms in barley: Mendelian inheritance, chromosomal location, and population dynamics // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 1984. – Vol. 81. – No. 24. – P. 8014-8018. – DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.81.24.8014

[33] **Doyle, J.J.,** Doyle J.L., A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue // Phytochemical Bulletin. – 1987. – Vol. 19. – No. 1. – P. 11-15.

[34] **Zotova, L.,** Khassanova G., Serikbay D., Zhubatkanov A., Botayeva M., Zhumalin A., Turbekova A., Soole K., Langridge P., Shavrukov Y. Advantages of Amplifuor-like SNP markers over KASP in plant genotyping // BMC Plant Biology. – 2017. – Vol. 17. – Suppl. 2. – Article 254. – DOI: https:/doi.org/10.1186/s12870-017-1197-x.

[35] **Зотова Л.П.,** Гаджимурадова А.М., Жумалин А.Х., Серікбай Д.А., Балтабеков М.Б. Анализ генотипов яровой мягкой пшеницы на наличие высокоэффективных SNP-полиморфизмов в генах продуктивности TaPPH-7A и 1-FEH W3 // Вестник Кызылординского университета имени Коркыт Ата. – 2025. – № 3 (74). – С. 74-81. – DOI: https:/doi.org/10.52081/bkaku.2025.v.i3.286

[36] **Kumar, R.,** Das S.P., Choudhury B.U., Kumar A., Prakash N.R, Verma R. et al. Advances in genomic tools for plant breeding: harnessing DNA molecular markers, genomic selection, and genome editing // Biological Research. – 2024. – Vol. 57. – Article 80. – DOI: https:/doi.org/10.1186/s40659-024-00562-6

[37] **Baidyussen, A.,** Khassanova G., Utebayev M., Jatayev S., Kushanova R., Khalbayeva S., Amangeldiyeva A., Yerzhebayeva R., Bulatova K., Schramm C., Anderson P., Jenkins C.L.D., Soole K.L., Shavrukov Y. Assessment of molecular markers and marker-assisted selection for drought tolerance in barley (*Hordeum vulgare L.*) // Journal of Integrative Agriculture. – 2024. – Vol. 23. – No. 1. – P. 20-38. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.jia.2023.06.012

[38] **Genievskaya Y.,** Almerekova S., Chudinov V., Turuspekov Y. Abdugalieva S. Validation of KASP assays associated witn barley adaptation and productivity traits // Eurasian Journal of Applied Biotechnology. – 2022. – No. 3. – P. 64-74. – DOI: https://doi.org/10.11134/btp.3.2022.8

[39] **Amalova, A.,** Genievskaya Y., Abdugalieva S., Chudinov V., Turuspekov Y. Validation of marker-trait associations in six-rowed barley lines bred in Kazakhstan // Eurasian Journal of Applied Biotechnology. – 2022. – No. 4 – P. 40-48. – DOI: https://doi.org/10.11134/btp.4.2022.5

[40] **Wang, X.,** Chen J., Cao Q., Wang C., Sun G., Ren X. QTL Identification and Candidates Gene Prediction for Spike-Related Traits in Barley // Agronomy. – 2025. – Vol. 138. – Article 1185. – DOI:

https:/doi.org/10.3390/agronomy15051185

[41] **Montardit-Tarda, F.,** Casas A.M., Thomas W.T.B., Schnaithmann F., Sharma R., Shaaf S., Campoli C., Russell J., Ramsay L., Bayer M.M., Delbono S., Laaskelainen M., Paul M., Stoddard F.L., Visioni A., Flavell A.J., Pillen K., Kilian B., Graner A., Rossini L., Waugh R., Cattivelli L., Schulman A.H., Tondelli A., Igartua E. New loci and candidate genes in spring two-rowed barley detected through meta-analysis of a field trial European network // Theoretical and Applied Genetics. – 2025. – Vol. 138. – Article 158. – DOI: https:/doi.org/10.1007/s00122-025-04934-8

References:

[1] **Badr, A.,** El-Shazly H.H., Mahdy M., Schierenbeck M., Helmi R.Y., Börner A., Youssef H.M. GWAS identifies novel loci linked to seedling growth traits in highly diverse barley population under drought stress // *Scientific Reports*. – 2025. – Vol. 15. – Article 10085. – DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-025-94175-y

[2] **Goche, T.,** Mavindidze P., Zenda T. Advances in Functional Genomics for Exploding Abiotic Stress Tolerance Mechanisms in Cereals // *Plants*. – 2025. – Vol. 14, № 16. – Article 2459. – DOI: https//doi.org/10.3390/plants14162459

[3] **Palmgren, M.,** Shabala S. Adaptimg crops for climate change: regaining lost abiotic stress tolerance in crops // *Fronties in Science*. – 2024. – Vol. 2. – Article 1416023. – DOI: https://doi.org/10.3389/fsci.2024.1416023

[4] **Slawin, C.,** Ajayi O., Mahalingam R. Association mapping unravels the genetic basis for drought-related traits in different developmental stages of barley // *Scientific Reports*. – 2024. – Vol. 14. – Article 25121. – DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-024-73618-y.

[5] **Jiang, C.,** Kan J., Gao G., Docckter C., Li C., Wu W., Yang P., Stein N. Barley2035: A decadal vision for barley research and breeding // *Molecular Plant*. – 2025. – Vol. 18, № 2. – P. 195-218. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.molp.2024.12.009.

[6] **Kaur, A.,** Purewa; S.S., Phimolsiripol Y., Punia Bangar S. Unraveling the Hidden Potential of Barley (*Hordeum Vulgare*): An Important Review // *Plants*. – 2024. – Vol. 13, № 17. – Article 2421. – DOI: https://doi.org/10.3390/plants13172421.

[7] **Lukinac, J.,** Jukić M. Barley in the Production of Cereal-Based Product // *Plants*. – 2022. – Vol. 11, № 24. – Article 3519. – DOI: https://doi.org/10/3390/plants11243519.

[8] **Mascher, M.,** Gundlach H., Himmelbach A., Beier S., Twardziok S.O., Wicker T. et al. A chromosome conformation capture ordered sequence of the barley genome // *Nature*. – 2017. – Vol. 544, № 7651. – P. 427-433. – DOI: https://doi.org/10.1038/nature22043.

[9] **Tokhetova, L.A.,** Toktamysov A.M., Baimbetova G.Z., Tauipbaev S.T., Umbetov U., Dosmanbetov D., Snassapova G., Zhanzakov M.M. Inheritance and selection efficiency in hybrid populations of spring barley (*Hordeum Vulgare L.*) under greenhouse conditions // *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*. – 2025. – Vol. 57, № 2. – P. 423-434. – DOI: https://doi.org/10.54910/sabrao2025.57.2.3.

[10] **Genievskaya, Y.,** Abdugalieva S., Turuspekov Y. Identification of QTLs associated with grain yield-related traits of spring barley // *BMS Plant Biology*. – 2025. – Vol. 25. – Article 554. – DOI: https://doi.org/10.1186/s12870-025-06588-6.

[11] **Chen, B.,** Hou Y., Huo Y., Zeng Z., Hu D., Mao X., Zhong C., Xu Y., Tnag X., Gao X., Ma J., Cheng G. QTL Mapping of Yield, Agronomic, and Nitrogen-Related Traits in Barley (*Hordeum vulgare L.*) under Low Nitrogen and Normal Nitrogen Treatments // *Plants*. – 2024. – Vol. 13, № 15. – Article 2137. – DOI: https://doi.org/10.3390/plants13152137.

[12] **Halpin-McCormick, A.,** Camplbell Q., Negrão S., Morrell P.L., Hübner S., Neyhart J.L., Kantar M.B. Enviromental genomic selection to leverage polygenic local adaptation in barley landraces // *Communication Biology*. – 2025. – Vol. 8. – Article 618. – DOI: https://doi.org/10.1038/s42003-025-08045-4.

[13] **Jayakobi, M.,** Lu Q., Pidom H., Rabanus-Wallace M.T., Bayer M., Lux T., Guo Y. et al. Structural variation in the pangenome of wild and domesticated barley // *Nature*. – 2024. – Vol. 636, № 8043. – P. 654-662. – DOI: https://doi.org/10.1038/s41586-024-08187-1

[14] **Du, B.,** Wu J., Wang Q., Sun C., Sun G., Zhou J., Zhang L., Xiong Q., Ren X., Lu B. Genome-wide screening of meta-QTL and candidate genes controlling yield and yield-related traits in barley (*Hordeum vulgare L.*) // *PLOS ONE*. – 2024. – Vol. 19, № 5. – Article e0303751. – DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0303751

[15] **Comadran, J.,** Kilian B., Russell J., Ramsay L., Stein N., Ganal M., Shaw P., Bayer M., Thomas W., Marshall D., Hedley P., Tondelli A., Pecchioni N., Francia E., Korzun V., Walther A., Waugh R. Natural variation in a homolog of Antirrhinum CENTRORADIALIS contributed to spring growth habit and environmental adaptation in cultivated barley // *Nature Genetics*. – 2012. – Vol. 44. – P. 1388-1392. – DOI: https://doi.org/10.1038ng.2447.

[16] **Bayer, M.M.,** Rapazote-Flores P., Ganal M., Hedley P.E., Macaulay M., Plieske J., Ramsay L., Russell J., Shaw P.D., Thomas W.T.B., Waugh R. Development and Evaluation of a Barley 50k iSelect SNP Array // *Frontiers in Plant Science*. – 2017. – Vol. 8. – Article 1792. – DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01792.

[17] **Jayakodi, M.,** Padmarasu S., Haberer G., Bonthala V.S., Gundlach H., Monat C., Lux T., Kamal N., Lang D., Himmelbach A. et al. The barley pan-genome reveals the hidden legacy of mutation breeding // *Nature*. – 2020. – Vol. 588, № 7837. – P. 284-289. – DOI: https://doi.org/10.1038/s41586-020-2947-8.

[18] **Ogrodowicz, P.,** Mikolajczak K., Kempa M., Mokrzycka M., Krajewski P., Kuczyńska A. Genome-wide association study of agronomical and root-related traits in spring barley collection grown under field conditions // *Frontiers in Plant Science*. – 2023. – Vol. 14. – Article 1077631. – DOI: https://doi.org/10.3389/flps.2023.1077631.

[19] **Xu, X.,** Sharma R., Tondelli A., Russell L., Comadran J., Pillen K., Schnaithmann F., Kilian B., Cattivelli L., Thomas W.T.B., Flavell A.J. Genome-wide association analysis of grain yield-associated traits in a pan-European barley cultivar collection // *The Plant Genome*. – 2018. – Vol. 11, № 1. – Article 170073. – P. 1-11. – DOI: https://doi.org/10.3838/plantgenome2017.08.0073.

[20] **Almerekova, S.,** Genievskaya Y., Abdugalieva S., Sato K., Turuspekov Y. Population Structure and Genetic Diversity of Two-Rowed Barley Accessions from Kazakhstan Based on SNP Genotyping Data // *Plants*. – 2021. – Vol. 10, № 10. – Article 2025. – DOI: https://doi.org/10.3390/plants10102025.

[21] **Genievskaya, Y.,** Almerekova S., Abugalieva S., Abugalieva A., Sato K., Turuspekov Y. Identification of SNPs Associated with Grain Quality Traits in Spring Barley Collection Grown in Southeastern Kazakhstan // *Agronomy*. – 2023. – Vol. 13, № 6. – Article 1560. – DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy13061560.

[22] **Genievskaya, Y.,** Chudinov V., Abugalieva S., Turuspekov Y. Novel QTL Hotspots for Barley Flowering Time, Plant Architecture, and Grain Yield // *Agronomy*. – 2024. – Vol. 14, № 7. – Article 1560. – DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy14071478.

[23] **Sharma, R.,** Draicchio F., Bull H., Herzig P., Maurer A., Pillen K., Thomas W.T.B., Flavell A.J. Genome-wide association of yield traits in a nested association mapping population of barley reveals new gene diversity for future breeding // *Journal of Experimental Botany*. – 2018. – Vol. 69, № 16. – P3811-3822 – DOI: https://doi.org/10.1093/jxb/ery178.

[24] **Nice, L.M.,** Steffenson B.J., Blake T.K., Horsley R.D., Smith K.P., Muehlbauer G.J. Mapping agronomic traits in a wild barley advanced backcross nested association mapping population // *Crop Science*. – 2017. – Vol. 57, № 3. – P. 1199-1210. – DOI: https://doi.org/10.2135/cropsci2016.10.0850.

[25] **Chen, T.,** Cui P., Chen H., Ali S., Zhang S., Xiong L. A KH-Domain RNA-Binding Protein Interacts with FIERY2/CTD Phosphatase-Like 1 and Splicing Factors and Is Important for Pre-mRNA Splicing in Arabidobsis // *PLOS Genetics*. – 2013. – Vol. 9, № 10. – Article e1003875. – DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1003875

[26] **Slakeski, N.,** Fincher G.B., Developmental Regulation of (1→3, 1→4)- β-Glucanase Gene Expression in Barley: Tissue-Specific Expression of Individual Isoenzymes // *Plant Physiology*. – 1992. – Vol. 99, № 3. – P. 1226-1231. – DOI: https://doi.org/10.1104/pp.99.3.1226.

[27] **Betts, N.S.,** Wilkinson L.G., Khor S.F., Shirley N.J., Lok F., Skadhauge B., Burton R.A., Fincher G.B., Collins H.M. Morphology, Carbohydrate Distribution, Gene Expression, and Enzymatic Activities Related to Cell Wall Hydrolysis in Four Barley Varieties during Simulated Malting // *Frontiers in Plant Science*. – 2017. – Vol. 8. – Article 1872. – DOI: https://doi.org/10.3389./fpls.2017.01872

[28] **Avila-Ospina. L.,** Marmagne A., Soulay F., Masclaux-Daubresse C. Identification of Barley (*Hordeum vulgare L.*) Autophagy Genes and Their Expression Levels during Leaf Senescence, Chronic Nitrogen Limitation and in Response to Dark Exposure // *Agronomy*. – 2016. – Vol. 6 № 1. – Article 15. – DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy6010015.

[29] **Bethke, G.,** Huang Y., Hensel G., Heinen S., Liu C., Wyant S.R., Li X., Quin M.B., McCormick S., Morrell P.L., Dong Y., Kumlehn J., Salvi S., Berthiller F., Muehlbauer G.J. UDP-glucosyltransferase HvUGT13248 confers type II resistance to Fusarium graminearum in barley // *Plant Physiology*. – 2023. – Vol. 193, № 4. – P. 2691-2710. – DOI: https://doi.org/10.1093/plphys/kiad467.

[30] **Baidyussen, A.,** Jatayev S., Khassanova G., Amantayev B., Sereda G., Sereda S., Gupta N.K., Gupta S., Schramm C., Anderson P., Jenkins C.L.D., Soole K.L., Langridge P., Shavrukov Y. Expression of Specific Alleles of Zinc-Finger Transcription Factors, HvSAP8 and HvSAP16, and Corresponding SNP Markers, Are Associated with Drought Tolerance in Barley Populations // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2021. – Vol. 22, № 22. – Article 12156. – DOI: https://doi.org/10.3390/ijms222212156.

[31] **Genievskaya, Y.,** Almerekova S., Abdugalieva S., Chudinov V., Blake T., Abdugalieva A., Turuspekov Y. Identification of SNP markers associated with grain quality traits in barley collection (*Hordeum vulgare L.*) harvested in Kazakhstan // *Agronomy*. – 2022. – Vol. 12. – No. 10. – Article 2431. – DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy12102431.

[32] **Saghai-Maroof, M.A.,** Soliman K.M., Jorgensen R.A., Allard R.W., Ribosomal DNA spacer-length polymorphisms in barley: Mendelian inheritance, chromosomal location, and population dynamics // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. – 1984. – Vol. 81. – No. 24. – P. 8014-8018. – DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.81.24.8014.

[33] **Doyle, J.J.,** Doyle J.L., A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue // *Phytochemical Bulletin*. – 1987. – Vol. 19. – No. 1. – P. 11-15.

[34] **Zotova, L.,** Khassanova G., Serikbay D., Zhubatkanov A., Botayeva M., Zhumalin A., Turbekova A., Soole K., Langridge P., Shavrukov Y. Advantages of Amplifuor-like SNP markers over KASP in plant genotyping // *BMC Plant Biology*. – 2017. – Vol. 17. – Suppl. 2. – Article 254. – DOI: https:/doi.org/10.1186/s12870-017-1197-x.

[35] **Zotova, L.P.,** Gajimuradova A.M., Zhumalin A.Kh., Serikbay D.A., Baltabekov M.B. Analiz genotipov yarovoi myagkoi pshenitsy na nalichie vysokoeffektivnykh SNP polimorfizmov v genakh produktivnosti TaPPH-7A I 1FEH W3 // Vestnik Kyzylordinskogo universiteta imeni Korkyt Ata. – 2025. – No. 3 (74). – P. 74-81. – DOI: https://doi.org/10.52081/bkaku.2025.v74.i3.286 [in Russian]

[36] **Kumar, R.,** Das S.P., Choudhury B.U., Kumar A., Prakash N.R, Verma R. et al. Advances in genomic tools for plant breeding: harnessing DNA molecular markers, genomic selection, and genome editing // *Biological Research*. – 2024. – Vol. 57. – Article 80. – DOI: https:/doi.org/10.1186/s40659-024-00562-6.

[37] **Baidyussen, A.,** Khassanova G., Utebayev M., Jatayev S., Kushanova R., Khalbayeva S., Amangeldiyeva A., Yerzhebayeva R., Bulatova K., Schramm C., Anderson P., Jenkins C.L.D., Soole K.L., Shavrukov Y. Assessment of molecular markers and marker-assisted selection for drought tolerance in barley (*Hordeum vulgare L.*) // *Journal of Integrative Agriculture*. – 2024. – Vol. 23. – No. 1. – P. 20-38. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.jia.2023.06.012.

[38] **Genievskaya Y.,** Almerekova S., Chudinov V., Turuspekov Y. Abdugalieva S. Validation of KASP assays associated witn barley adaptation and productivity traits // *Eurasian Journal of Applied Biotechnology*. – 2022. – No. 3. – P. 64-74. – DOI: https://doi.org/10.11134/btp.3.2022.8.

[39] **Amalova, A.,** Genievskaya Y., Abdugalieva S., Chudinov V., Turuspekov Y. Validation of marker-trait associations in six-rowed barley lines bred in Kazakhstan // *Eurasian Journal of Applied Biotechnology*. – 2022. – No. 4 – P. 40-48. – DOI: https://doi.org/10.11134/btp.4.2022.5

[40] **Wang, X.,** Chen J., Cao Q., Wang C., Sun G., Ren X. QTL Identification and Candidates Gene Prediction for Spike-Related Traits in Barley // *Agronomy*. – 2025. – Vol. 138. – Article 1185. – DOI: https:/doi.org/10.3390/agronomy15051185.

[41] **Montardit-Tarda, F.,** Casas A.M., Thomas W.T.B., Schnaithmann F., Sharma R., Shaaf S., Campoli C., Russell J., Ramsay L., Bayer M.M., Delbono S., Laaskelainen M., Paul M., Stoddard F.L., Visioni A., Flavell A.J., Pillen K., Kilian B., Graner A., Rossini L., Waugh R., Cattivelli L., Schulman A.H., Tondelli A., Igartua E. New loci and candidate genes in spring two-rowed barley detected through meta-analysis of a field trial European network // *Theoretical and Applied Genetics*. – 2025. – Vol. 138. – Article 158. – DOI: https:/doi.org/10.1007/s00122-025-04934-8.

АРПАНЫҢ НЕГІЗГІ РЕТТЕУШІ ГЕНДЕРІНІҢ SNP-МАРКЕРЛЕРІ МАСАҚТЫҢ ӨНІМДІЛІГІ ЖОҒАРЫ ГЕНОТИПТЕРІН ІРІКТЕУ ҚҰРАЛЫ РЕТІНДЕ

Зотова Л.П., PhD, қауымдастырылған профессоры
Саутбаев Ж.О., 7М08111 «Агробиотехнология» білім беру бағдарламасының 1-курс магистранты
Нұралов А.С., 8D08101 «Ауыл шаруашылық дақылдарының генетика және селекциясы» мамандығының 3-курс докторанты

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қ., Қазақстан

Аңдатпа. Климаттың өзгеруі, қуаңшылықтың күшеюі және агроэкологиялық жағдайлардың тұрақсыздығы жағдайында өнімділік пен бейімделу әлеуетіне байланысты молекулалық маркерлерді анықтау ерекше өзектілікке ие болып отыр. Арпа (*Hordeum vulgare* L.) – жоғары экологиялық икемділігімен, қысқа вегетациялық кезеңімен және елеулі генетикалық әртүрлілігімен сипатталатын маңызды астық дақылдарының бірі. Зерттеудің мақсаты өнімділік белгілерімен бұрын байланыстырылған тоғыз SNP-маркер (Hv5, Hv10, Hv129, Hv6, Hv130, Hv113, Hv122, Hv11 және Hv128) бойынша жаздық арпаның 34 будандық желісіне молекулалық-генетикалық бағалау жүргізу болды. Генотиптеу аллельге тән амплификация мен генотиптердің флуоресценттік ажыратылуын қамтамасыз ететін Amplifluor-like SNP технологиясын қолдану арқылы жүргізілді. Қолайлы гомозиготалы күйлер ретінде Hv5, Hv6, Hv122, Hv129 және Hv130 маркерлері үшін aa генотипі, ал Hv10, Hv11, Hv113 және Hv128 маркерлері үшін bb генотипі қабылданды. Қолайлы генотиптік күйлердің жиынтық саны бойынша ең жоғары әлеует Karabalyksky 150 × Saule, Karagandinsky 5 × Saule, Omsky 90 × Sabir және Bass × Donetsky 8 желілерінде анықталды, олардың әрқайсысында төрт мақсатты генотиптік күй тіркелді. Үш қолайлы генотиптік күй Karagandinsky 6 × Tselinny 30, Karagandinsky 5 × 2079 (АҚШ), Karagandinsky 5 × Odessky 100, Karagandinsky 5 × 2198 (АҚШ), Chelyabinets 1 × Astana 2000 және Karabalyksky 150 × Tselinny 2005 желілерінде анықталды. Алынған нәтижелер зерттелген SNP-маркерлер панелін селекциялық материалды алдын ала молекулалық саралау үшін қолдануға болатынын көрсетті. Анықталған желілер фенотиптік валидацияны жалғастыруға және жаздық арпаның өнімділігі мен бейімделгіштігін арттыруға бағытталған селекциялық бағдарламаларда пайдалануға перспективалы материал болып табылады.

Түйінді сөздер: арпа, *Hordeum vulgare* L., SNP-маркерлер, Amplifluor, өнімділік, генотиптеу, тиімді аллельдер, маркер-ассоциацияланған селекция.

SNP MARKERS OF KEY REGULATORY GENES IN BARLEY AS A TOOL FOR SELECTING GENOTYPES WITH ENHANCED SPIKE PRODUCTIVITY

Zotova L.P., PhD, Associate Professor
Sautbayev Zh.O., 1st-year Master's student 7M08111 – "Agrobiotechnology" program,
Nuralov A.S., 3nd -year doctoral student 8D08101 "Genetics and Breeding of Agricultural Crops" program

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan

Abstract. Under conditions of climate change, increasing aridity, and unstable agroecological factors, the identification of molecular markers associated with productivity and adaptive potential has become an important priority in crop improvement. Barley (*Hordeum vulgare* L.) is one of the world's major cereal crops and is characterized by high ecological plasticity, a short growing season, and substantial genetic diversity. The aim of this study was to perform a molecular genetic evaluation of 34 spring barley hybrid lines using nine SNP markers (Hv5, Hv10, Hv129, Hv6, Hv130, Hv113, Hv122, Hv11, and Hv128) previously associated with productivity-related traits. Genotyping was performed using the Amplifluor-like SNP technology, which provides allele-specific amplification and fluorescent discrimination of genotypes. The favorable homozygous genotypes were defined as aa for markers Hv5, Hv6, Hv122, Hv129, and Hv130, and bb for markers Hv10, Hv11, Hv113, and Hv128. Based on the total number of favorable genotypic states, the highest genetic potential was identified in the lines Karabalyksky 150 × Saule, Karagandinsky 5 × Saule, Omsky 90 × Sabir, and Bass × Donetsky 8, each carrying four favorable genotypes. Three favorable genotypic states were detected in the lines Karagandinsky 6 × Tselinny 30, Karagandinsky 5 × 2079 (USA), Karagandinsky 5 × Odessky 100, Karagandinsky 5 × 2198 (USA), Chelyabinets 1 × Astana 2000, and Karabalyksky 150 × Tselinny 2005. The obtained results demonstrate the applicability of the investigated SNP marker panel for the preliminary molecular differentiation of barley breeding material. The identified lines represent valuable genetic resources for subsequent phenotypic validation and their utilization in spring barley breeding programs aimed at improving grain productivity and environmental adaptability.

Keywords: barley, *Hordeum vulgare* L., SNP markers, Amplifluor, productivity, genotyping, favorable alleles, marker-assisted selection.

МРНТИ 68.35.03 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.354

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ СОИ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Кипшакбаева Г.А.[*], кандидат сельскохозяйственных наук
g.kipshakbayeva@kazatu.edu.kz, https://orcid.org/0000-0002-2830-7173
Сәбит Д.М., магистр сельскохозяйственных наук
onlyforworkdns@gmail.com, https://orcid.org/0009-0003-7860-1295
Әшірбекова І.Ә., магистр сельскохозяйственных наук
i.ashirbekova@kazatu.edu.kz, https://orcid.org/0000-0003-3716-7843
Амантаев Б.О., кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор
bekzat-abu@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-4541-363X

Казахский агротехнический исследовательский университет им.С.Сейфуллина, г. Астана, Казахстан

Аннотация. В условиях Северного Казахстана проведена оценка исходного материала сои в разрезе их групп спелости. Целью исследований было изучение морфофизиологических особенностей формирования продуктивности сортов сои различных групп спелости в условиях Северного Казахстана. Исследования проведены на опытном участке ТОО НПЦЗХ им.А.И.Бараева, в качестве исходного материала использованы сортообразцы сои различного происхождения.

В результате исследований выявлено, что фазы развития имеют влияние на формирование и развитие основных показателей сои, и соотвественно максимальные значения в фазе налива семян подтверждают ее ключевую роль в формировании урожайности. Дисперсионный анализ показал, что основным фактором формирования урожайности является взаимодействие факторов сорт х годы и обозначает значительную зависимость продуктивности растений от условий среды. Установлены корреляционные связи урожайности с морфологическими, биометрическими показателями и элементами структуры урожая как по группам спелости, так и в целом по совокупности изучаемых сортообразцов сои. Согласно результатов ранняя группа спелости показала наибольшую урожайность (на 10–13,4% выше других групп), демонстрируя лучшую адаптацию и реализацию урожайного потенциала.

Ключевы слова: соя, сорт, урожайность, длина вегетационного периода, элементы структуры урожая

Введение. Мировая площадь посевов сои превышает 100 млн. га, а выращивают её более чем в 90 странах. Соя занимает ведущее место в мировом производстве растительного масла, шрота и комбикормов, играя важную роль в национальных продовольственных программах. Основные производители – Бразилия (35-40% мирового объема), США (20%), Аргентина (12%), Китай (12-13%) и Индия (8%). Средняя мировая урожайность составляет около 22,5 ц/га, а крупнейшим импортером является Китай (75 млн. т при собственном производстве 18,3 млн т) [1].

В Республике Казахстан в 2024 году общая посевная площад составила 23,4 млн. га, из которых под масличных культуры отведено 2,5–3,0 млн га. В структуре посевов преобладает подсолнечник (46%), далее следует лён (29,8%), сафлор (16%), соя (4%) и рапс (3,9%). Основные площади сои сосредоточены в южных регионах. Урожай масличных култур составил 1,83 млн. т при средней урожайности 14,6 ц/га. Наиболее высокие поквзателе отмечены в Алматинской области на богарных и орошаемых землях. Расширению посевов сои в северных регионах Казахстана препятствуют неблагоприятные климатические условия, прежде всего дефицит тепла и влаги [2]. В этих условиях актуальной задачей является развитие селекции и совершенствование технологий возделования. Недостаток адаптированных отечественных сортов остается одним из ключевых факторов, сдерживающих расширение производства сои и других масличных культур в стране [3].

Засуха является доминирующим агрометеорологическим риском для земледелия в

Казахстане. Согласно анализу за 2005-2010 гг., атмосферная и почвенная засуха стала причиной гибели посевов в 80% случаев. Влияние других факторов значительно ниже: ливни и град – 14%, заморозки и переувлажнение – по 2%, сильные морозы и ветры – по 1% [4, 5]. Согласно исследованиям, влияние погодных условий на вариабельность продуктивности сои достигает 60-80%, превалируя над прочими факторами [6,7]. Внедрение высокоурожайных адаптивных сортов – наиболее эффективных способ повышения рентабельности культуры. Однако экологическая пластичность сои ограничена чувствительностью к смене условий среды, что может приводить к снижению продуктивности при интродукции. Современные сорта должны сочетать высокую урожайность с узкой нормой реакции, активным фотосинтезом, интенсивной азотофиксацией и пригодностью к механизации. В условиях Казахстана основными лимитирующими факторами являются дефицит активных температур и длинный световой день, что предопределяет необходимость развития отечественной селекции адаптированных форм [8-10].

Цель исследований – изучение влияния основных морфо-биологических показателей на продуктивность сортов сои в условиях Северного Казахстана изучение физиологических особенностей формирования продуктивности сортов сои различных групп спелости в условиях Северного Казахстана.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в условиях опытного поля в ТОО «НПЦЗХ им. А.ЗИ. Бараева» Акмолинской области Шортандинского района в подзоне засушливой степи на южных карбонатных легкосуглинистых черноземах.

В качестве объектов исследований использовали коллекцию генотипов различного происхождения в количестве 500 сорообразцов.

Закладку полевого опыта проводили по методическим указаниям ВИР [11,12].

Гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитывался по методике Г.Т. Селянинова [13], используя данные о среднесуточных температурах воздуха и суточных суммах осадков, полученные с метеостанции METUS.

Фенологические наблюдения за ростом и развитием сои – в соответствии с методикой, описанной Fehr W.R. and Cavines C.E. [14]. По каждому образцу отбирали по 25 растений, был проведен анализ по элементам структуры урожая [15].

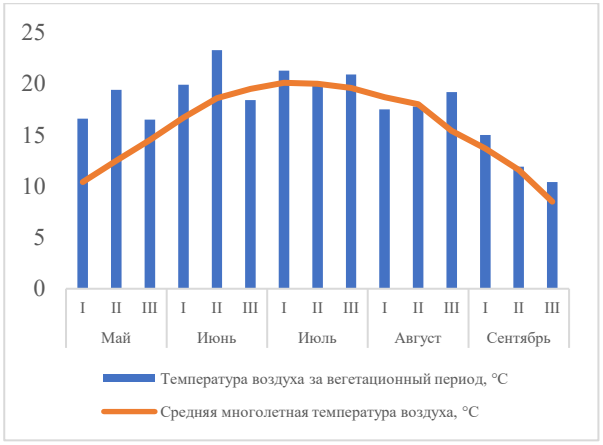
Высоту растений измеряли переносной рейкой длиной 130 см с точностью до 1 см, при этом значения от 0,5 см и выше округлялись до ближайшего сантиметра. Высота прикрепления нижних бобов определялась путем измерения расстояния от места прикрепления нижнего боба до корневой шейки.

Биомассу растений и площади листьев зернобобовых культур определяли по методике А.А. Ничипорвича [16].

Обработку полученных результатов исследований на достоверность осуществляли с использованием многофакторного метода дисперсионного анализа с использованием программного обеспечения Microsoft Excel и пакета программ Statistica 10. Различия полученных результатов возможны при уровне значимости $P \leq 0,05$ по критерию Стьюдента.

Погодные условия 2025 года характеризовались как неблагоприятные для роста и развития культуры сои согласно высокого температурного фона в первй период развития, превышение температурного фона составило в среднем до 5-6°С, что в свою очередь определялось реакцией изучаемых сортов сои. Физиологический стрес отмечался как в первый период развития, так и в в фазы вегетативного роста, что сказалось в первую очередь на высоте растений особенно индетерминантных сортов. Температурный и влажностные режимы в период вегетации культуры сои представлен на рисунке 1.

Агрометеорологические условия вегетационного периода 2025 года существенно отличались от среднемноголетних значений и в целом носили стрессовый характер для изучаемых сортов сои. Температурный фон на протяжении вегетационного периода был повышенным, а влагообеспеченность – крайне недостаточной, особенно в критические фазы онтогенеза и характеризовался повышенным температурным фоном и резким дефицитом влаги.



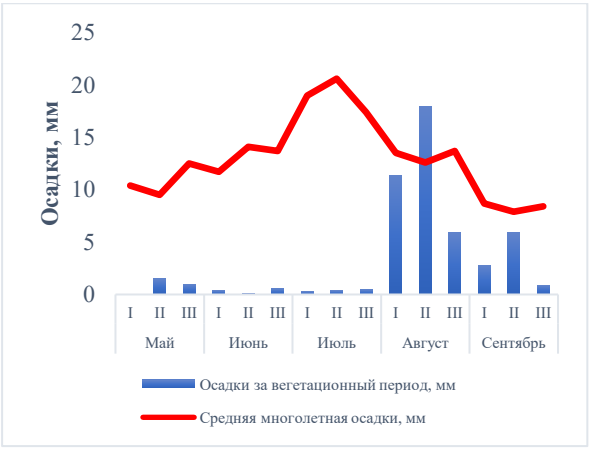


Рисунок 1 – Температурный и влажностные режимы в период роста и развития сортов сои, 2025 г.

Средняя температура составила +17,9°С, что на 2°С выше среднемноголетней. Сумма осадков за период вегетации была крайне низкой – 49,6мм (дефицит составил 144,1 мм). Засушливые и жаркие условия в мае-июле совпали с критическими фазами развития сои и негативно отразились на последующем росте и развитии культуры, особенно среднеранней группы спелости. Осадки во второй половине вегетации частично смягчили стресс сортов более поздней группы спелости, однако в целом погодные условия оцениваются как неблагоприятные для реализации продуктивного потенциала сортов сои. При этом необходимо отметить закономерную зависимость между температурой и количеством выпав-ших осадков. Эти заключения подтверждаются показателями ГТК и суммы эффективных температур, осадков в каждой декаде месяца за вегетационный период (таблица 1).

Таблица 1 – Сумма активных температур и ГТК в период вегетационного периода сои выше +10 °С, 2025 г.

Группа спелости	Показатели	Межфазные периоды						Всего за вегетацию
		Всходы-ветвление	Ветвление-цветение	цветение бобообразование	Бобообразование-налив	налив-созревание	созревание-уборка	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Ультра-ранняя	Продолжительность межфазного периода, дней	19	17	16	17	10	6	85
	Сумма температур, °С	433,3	298,2	322,9	325,3	177,1	130,6	1687,4
	Сумма осадков, мм	0	1	0,4	11,9	17,9	3,9	35,1
	ГТК	0	0	0	0,4	1	0,3	0,3
Ранняя	Продолжительность межфазного периода, дней	20	16	16	18	13	10	93
	Сумма температур, °С	420,5	344,1	328,5	325,8	198,9	172,8	1790,6
	Сумма осадков,мм	0,6	0,8	0,6	21,7	11,8	4	39,5
	ГТК	0	0	0	0,7	0,6	0,2	0,3
Среднеранняя	Продолжительность межфазного периода, дней	21	17	17	17	21	9	102

	2	3	4	5	6	7	8	9
	Сумма температур, °С	433,7	349,5	350,4	296,7	355,4	81,2	1866,9
	Сумма осадков, мм	0,7	0,5	0,9	29,1	8,3	5,9	45,4
	ГТК	0	0	0	1	0,2	0,7	0,3

Из данных, представленных в таблице 1, необходимо отметить крайнюю их засушливость в фазы вегетативного роста, особенно отметить во время прохождения фаз цветения и налива культуры. Эти критические фазы роста и развития проходили в жестких температурных условиях, дополнительной нагрузкой отмечается жесткие условия ГТК, характеризующиеся как сухие. Увеличение осадков в конце вегетации привело к значительной реакции сортов индетерминантного типа развития (дополнительное ветвление, обильное цветение и увеличение биомассы) привело к удлинению их вегетации. Однако учитывая условия года удалось изучить коллекционный материал на устойчивость к абиотическим факторам в условиях Северного Казахстана.

Результаты и обсуждение. Соя является весьма пластичной культурой. Период ее вегетации зависит от агроклиматических условий зоны возделывания и сортовых особенностей, в связи с чем может изменяться в широких пределах от 70 до 160 дней и более [17]. У каждого этапа жизнедеятельности растений свои физиолого-морфологические особенности. В связи с чем, нами была также определена продолжительность межфазных периодов: посев-всходы; всходы-цветение; цветение-созревание. В регионах возделывания сои с засушливыми условиями и неравномерным распределением осадков в течение вегетационного периода предпочтительно возделывание полудетерминантных сортов сои с укороченным периодом «всходы-начало цветения» (28–35 суток) и продолжительным периодом цветения (37-45 суток) [18,19]. По нашим данным необходимо создавать сорта с продолжительностью вегетации до 100 дней, чтобы развитие прекращалось в конце августа или начале сентября. Как описывалось выше условия вегетации 2025 года отличались от условий предыдущих годов исследований и характеризовались как остро засушливые. Выпавшие в конце вегетации осадки усложнили уборочные работы более ранних групп и затягиванию фазы спелости сортов поздних групп спелости. Соответственно исследуемые сорта рапределились на 3 группы спелости. Распределение сортообразцов коллекции по группам спелости представлено на рисунке 2.

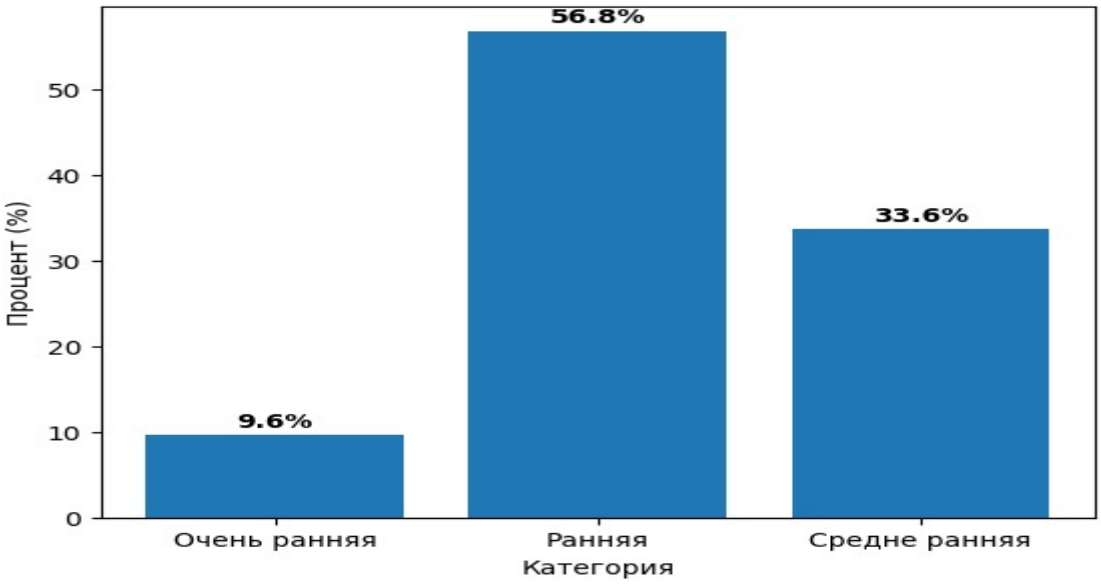


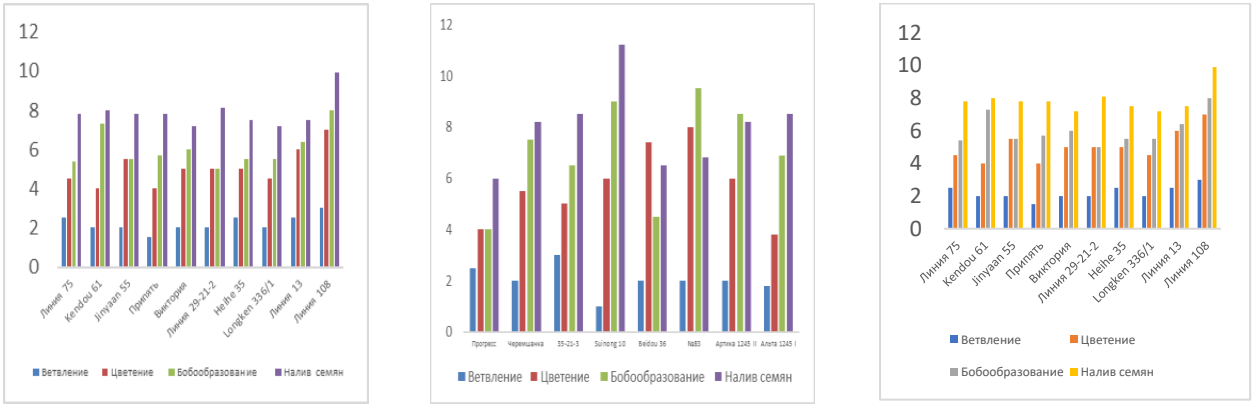
Рисунок 2 – Гистограмма распределения коллекционного материала по группам спелости в процент соотношении, 2025 г.

Ультраранняя группа спелости включала 9,6% сортообразцов преимущественно российского и отечественного происхождения. Длина вегетационного периода не превышала 89 дней (всходы–цветение – 31 день, цветение–созревание – 58 дней); вариабельность признака была низкой (CV = 1,99%; σ^2 = 3,99). В засушливых условиях отмечено сокращение продолжительности вегетации до 90 дней по сравнению с предыдущими годами исследований. Ранняя группа была наиболее представительной и соответствовала селекционной направленности для условий Северного Казахстана. Продолжительность вегетационного периода достигала 100 дней (38 и 61 день по межфазным периодам соответственно), при более высокой изменчивости (CV = 3,67%; σ^2 = 13,08). Среднеранняя группа включала 82 сортообразца преимущественно российского и отечественного происхождения с продолжительностью вегетации до 111 дней (40 и 69 дней). Данная группа характеризовалась наименьшей вариабельностью (CV = 1,04%; σ^2 = 0,40).

Основные межфазные периоды роста и развития сортов сои проходили в различных условиях по температурному и влажностным режимам. Минимальный показатель за период развития набрала группа ультраранней группы спелости – 1687,4°С. По ранней и среднеранней группам этот показатель составил 1790,6 …1866,9°С превысив на 18-24%. Соответственно у среднеранней группы спелости отмечается большее количество осадков при ГТК 0,3. Отличительным показателем года отмечается снижение суммы активных температур и влажностного режима в период цветение-бобообразование и резкое снижение в период налив-созревание.

Высота растения - один из самых репрезентативных и легко измеряемых признаков, играющий важную роль в исходе конкуренции. Более высокие растения в сообществе не только получают конкурентное преимущество в борьбе за свет, но и эффективнее опыляются и распространяют семена [20]. Условия года не способствовали формированию высоты растений, особенно в разрезе групп спелости отличались среднеспелая группа созревания. Изменчивость показателей была в различных пределах, при этом коэффициент вариации CV группе ультраранних сортов составила 17,%, ранних- 10,8 и среднеспелых соответственно 6,3%. Как показывают результаты исследований показатель CV меньше 33%, соответственно совокупность считается однородной и изучаемый показатель более стабилен в выраженности.

Длина междоузлий и количество междоузлий определяют степень ограниченности роста стеблей, общую высоту растений, продолжительность вегетационного периода и, в конечном итоге, продуктивности растений [21]. В наших исследованиях этот показатель изменялся в зависимости от высоты растения и типа роста. На рисунке 3 представлены выделившиеся сорта сои по показателю длины междоузлий в разрезе групп спелости.



а б в

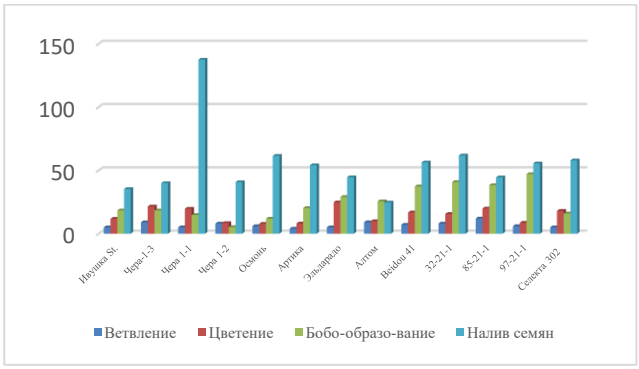
а- ультраранняя, б- ранняя, в-среднеранняя

Рисунок 3 – Показатель длины междоузлий выделившихся сортов сои в разрезе групп спелости и фаз развития, 2025 г.

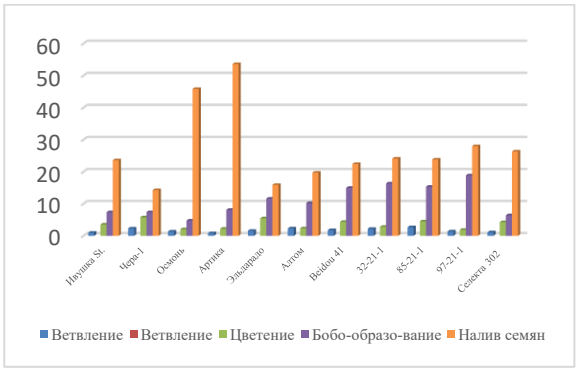
Коэффициент вариации по данному показателю составил в ультраранней группе – 22,9%, в ранней – 25,1 и соответственно в среднеранней группе спелости – 17,4%. Согласно результатам исследований, полученные коэффициенты показывают отсутствие стабильности по данному признаку и в более увлажненные годы их значения могут изменяться в сторону повышения.

В наших исследованиях высота прикрепления нижнего боба изучаемых сортов сои не связаны с группами спелости, больше имели сортовую особенность. Коэффициент вариации CV в группе ультраранних сортов составил 46,8. В группе ранних - 28,08 и среднеранних составил - 12,6%. Нестабильные значения коэффициента вариации отмечаются только в группе ультраранних сортов, остальные группы созревания показывали более стабильные значения и их изменчивость была от 6 до 19,6 см. Высокими значениями признака характеризовались в большей части сорта сои отечественной и китайской селекции. Коэффициент вариации CV в разрезе групп спелости изменяется от 55,7…56,5%.

Определение сырой и сухой биомассы растений имеет большое значение при изучении засухоустойчивости сои, поскольку эти показатели напрямую связаны с водным режимом и накоплением органического вещества. При водном дефиците фотосинтетическая активность резко снижается, но устойчивые растения способны поддерживать её дольше, формируя большую сухую массу по сравнению с чувствительными сортами (рисунок 4).



Содержание общей биомассы, %



Содержание сухого вещества, %

Рисунок 4 – Показатели содержания общей биомассы и сухого вещества выделившихся сортообразцов сои ультраранней группы спелости в разрезе фаз развития культуры, 2025 г.

Как видно из данных таблицы показатели биомассы растения и содержания сухого вещества различались по сортам даже в одной группе спелости, различия между сортами в разрезе фаз развития в среднем составило 15-42%. Эти значения так же доказывает коэффициент вариации (CV) варирует от 32,7 до 51,6%, что в свою очередь констатирует о нестабильности этого значения и в основном зависят от условий возделывания и не имеют сортовой характер. Аналогичные данные получены в разрезе ранней группы спелости. Полученные результаты исследований констатируют нестабильность изучаемых показателей, коэффициент вариации CV не отмечал стабильного значения, соответственно размах значений был в широких пределах. Выделившиеся сортообразцы сои показывали различные значения как в разрезе группы спелости, так и в разрезе фаз развития. При этом необходимо отметить схожесть показателей ультра и ранней групп спелости, однако сорта среднеранней группы спелости показали значения в среднем на 8,05…13% выше. Эти показатели еще раз доказывают необходимость тщательного отбора сортов для условий Северного Казахстана, если учесть, что набор большой биомассы в начальный период развития сильно задерживает прохождение генеративных фаз, а с наступлением раннеосенних заморозков останавливают сой рост и развитие.

Для получения высокого, стабильного и качественного урожая, на современном этапе селекции весьма важно учитывать и показатели фотосинтетической деятельности растений, за счет которой создаётся свыше 95% сухого вещества урожаев доказано наличие

положительной корреляции (от 0,59 до 0,66) у различных сортов сои между величиной фотосинтезирующей поверхности листьев и длительностью фаз развития, между чистой продуктивностью фотосинтезом и урожайностью [22,23]. Проведенные исследования показали, что показатели фотосинтетической деятельности изменялись в зависимости от сроков созревания изучаемого материала и типа роста. Значения индетерминатных сортов сои значительно отличались от показателей детерминатного типа развития по показателям набора биомассы, количества листьев их окраски и площади. По данному признаку отмечается сортовая особенность и различия в группах созревания изучаемых сортов сои. Более поздняя группа отличается высокими значениями по показателю (в среднем разница с ультра и ранней группой составила 2-8,9%). Максимальное количество листьев отмечается в фазу налива культуры, в виду того, что начальные фазы роста и развития проходили в условиях жесткой засухи значения находятся на одном уровне в каждой группе спелости, разница между сортами составила в среднем 2-5,6%.

Соя короткодневная культура, соответственно в исследованиях интенсивность фотосинтеза зависела преимущественно от группы спелости, внутри групп различия между сортами были незначительны (1,2-3,7%). Максимальные значения отмечены в фазу налива, что коррелировало с площадью и числом листьев. Коэффициент вариации в поздние фазы составил 2,2-14%, указывая на слабое варьирование. Показатель NDVI изменялся в зависимости от сорта и группы спелости. В ультраранней группе колебания по фазам развития были невысокими (1,2-2,8%), при этом коэффициент вариации снижался к поздним фазам (максимум в начале – до 30%). В среднеспелой группе значения NDVI превышали ультраннюю до 5,96%.

Максимальное накопление хлорофиллов наблюдалось в поздние фазы развития. Содержание хлорофиллов a и b, а также каротиноидов в 2024 году варьировало по сортам и происхождению; более высокие показатели (на 14,6-21,8%) отмечены у сортов китайской и отечественной селекции. Эти значения так же доказывает коэффициент вариации CV (таблица 2).

Таблица 2 – Показатель изменчивости коэффициента вариации (CV) элементов фотосинтетической деятельности в зависимости от группы спелости и прохождения фаз развития, 2025 г. %

Группа спелости	Фазы развития				
	Всходы	Ветвление	Цветение	Бобообразование	Налив семян
Ультраранняя	20,07	25,73	18,15	31,71	25,78
Ранняя	20,07	25,73	18,15	31,71	25,78
Среднеранняя	22,43	68,67	29,82	30,29	30,86

Полученные результаты исследований показывают низкие значения коэффициента вариации как в разрезе групп спелости, так и в разрезе фаз развития сортообразцов сои. Фазы кроме цветения показывают значительное и высокое значение отношения среднеквадратического отклонения к среднему значению и относительно высокую устойчивость изучаемого признака. В фазе цветения отличились группы более раннего типа созревания, в виду короткого периода вегетативного роста и более удлиненного генеративного.

Если рассматривать комплекс изучаемых показателей структуры урожая, в разрезе групп спелости выделены ряд сортообразцов обладающими высокими значениями и представляющие практический интерес при селекции на повышение урожайности сортов сои в условиях Северного Казахстана. На рисунке 5 представлены выделившиеся сортообразцы сои с высокими значениями элементов структуры урожая в разрезе групп спелости.

Выделившиеся сортообразцы сои отмечались многими показателями элементов структуры урожая и превышали значения стандартных сортов в разрезе групп спелости. Соответственно при селекции на повышение урожайности в условиях Северного Казахстана необходимо отметить важность значений элементов структуры при формировании урожайности и сортов с высокими их значениями, учитывая, что показатели зависят от

условий возделывания больше, чем генетическая составляющая сорта.

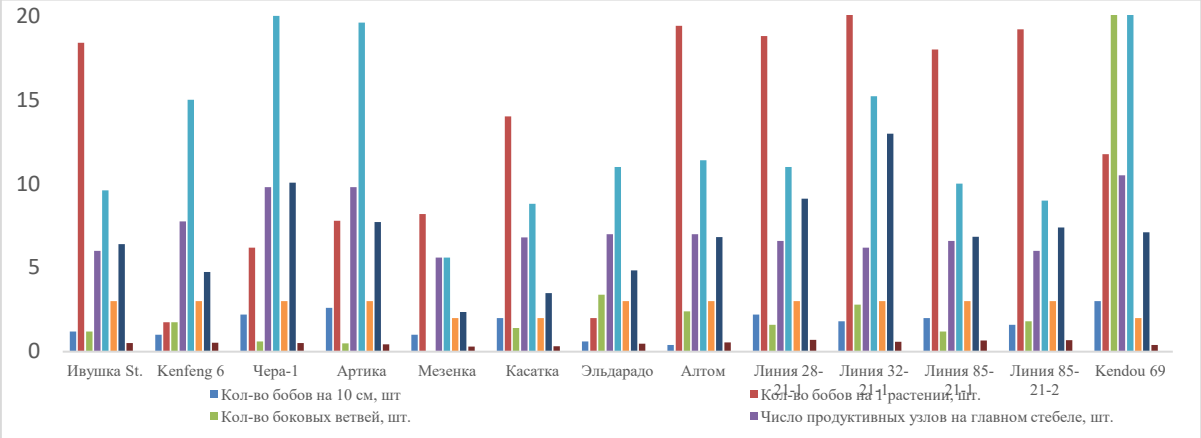


Рисунок 5 – Выделившиеся сортообразцы сои с высокими значениями элементов структуры урожая в разрезе ультраранней группы спелости, 2025 г.

Урожайность является интегральным показателем продуктивности растений и одним из главных критериев оценки засухоустойчивости сои. Она отражает конечный результат совокупного действия физиолого-биохимических и морфологических процессов, происходящих в растении на протяжении вегетации [24]. Погодные условия влияли на формирование показателя урожайности сортов сои, особенно первой половины их развития. Осадки в период конца фазы налива не способствовали формированию высокой урожайности, а наоборот вызывали дополнительное цветение среднего и верхнего ярусов особенно сортов интенсивного типа развития (недетерминантные). Раннеосенние заморозки и низкие температурный фон не способствовал формированию полноценного зерна, и большая часть урожая таких сортов не созрели. При формировании этого показателя условия года, особенно температурный и влажностный режимы имели основной фактор влияния (влияние условий года и сорт составил – 76%) при этом влияние фактора сорт составило – 8%. На рисунке 6 представлены минимальные и максимальные значения изучаемых сортообразцов сои в разрезе их групп спелости.

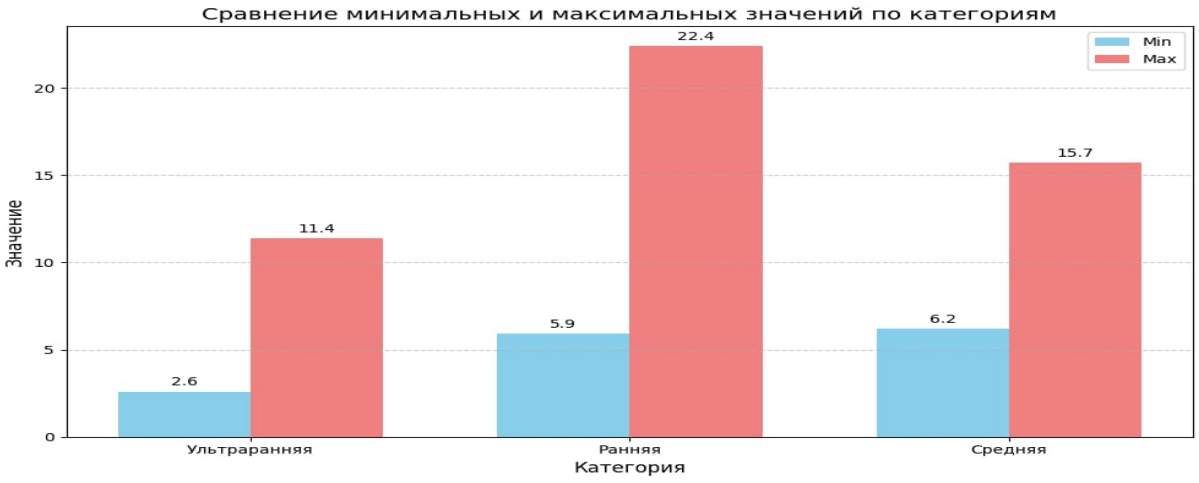


Рисунок 6 – Гистограмма уровня урожайности в разрезе групп спелости (мин и максимальные значения), 2025 г.

Как показали результаты исследований сравнительно высокой урожайностью характеризовалась ранняя группа спелости. Средняя урожайность ультраранней группы спелости учитывая ее биологические особенности и реакцию сортов на условия возделывания

сформировала составила 7,0 ц/га, поздняя – среднеранняя группа - 10,9 ц/га. Коэффициент вариации CV показателя урожайности в ультраранней группе характеризовался высоким значением – 44,5% и показывал относительную устойчивость признака, при этом ранней и среднеранней групп спелости отличались значительной связью 24,4…23,9% соответственно.

По результатам урожайности проведен дисперсионный анализ Теоретическое значение $F_{0,5}$ находится на уровне 1,48 показателя, соответственно находится на 5% уровне значимости по F1=4 степени свободы, при этом $F_ф$=2,47. Соответственно можно заключить, что в опыте имеются существенные различия и отсутствует нулевая гипотеза. Следовательно, доказывается влияние на показатель урожайности фактора годы и полученные результаты являются значимыми.

Для определения основных параметров показателей, формирующих урожайность в отчетном году проведен корреляционный анализ полученных результатов исследований в разрезе групп спелости. В группах очень ранних и ранних сортов наблюдается преимущественно слабоположительная зависимость между высотой растений и урожайностью (r = 0,29-0,28), тогда как у среднеранних сортов эта связь становится слабонегативной (r = -0,23). Это может свидетельствовать о том, что для более поздних по срокам созревания сортов избыточное удлинение стебля не способствует повышению урожайности.

Установлено, что длина корня, число листьев, интенсивность фотосинтеза, длина междоузлий, биомасса и содержание сухого вещества характеризуются преимущественно слабыми и разнонаправленными корреляционными связями с урожайностью. Положительные связи отмечаются у показателей интенсивности фотосинтеза (r = 0,17–0,19) и длины междоузлий (r = 0,18–0,26), тогда как по биомассе и количеству листьев слабая связь. В целом формирование урожайности носит комплексный характер и определяется совокупностью морфологических и физиологических признаков в сочетании с условиями возделывания культуры, это так же доказывается анализом связи элементов структуры урожая.

Заключение. В условиях Северного Казахстана проведена комплексная оценка исходного материала сои согласно их группам спелости. Установлено, что максимальные значения фотосинтетической деятельности и биометрических показателей приходятся на фазу налива семян, что так же подтверждает ее ключевую роль в формировании продуктивности сортов сои. Также исследованиями доказано влияние на рост и развитие растений условий возделывания, особенно изменчивость значений влажностного режима. По результатам оценки выделены перспективные сорта: Ивушка, Бара, Чера-1, Алтом, Миляуша, Beidou 41, Kendou 61, Beidou 14 и др., характеризующиеся стабильным проявлением морфологических, физиологических и урожайных признаков.

Дисперсионный анализ показал, что решающим фактором формирования урожайности является взаимодействие факторов сорт х год, доля которого составила 78%, что в свою очередь доказывает на выраженную зависимость продуктивности растений от условий среды. Установлены корреляционные связи между урожайностью и морфологическими, биометрическими показателями и элементами структуры урожая как в разрезе групп спелости, так и в целом по совокупности образцов.

Сравнительный анализ показал преимущество ранней группы спелости, где отмечены более высокие значения изучаемых признаков и увеличение урожайности на 10–13,4% по сравнению с другими группами. Это свидетельствует о лучшей адаптивности и более эффективной реализации потенциала продуктивности раннеспелых сортов в условиях региона.

Благодарность. Исследования выполнены в рамках программно-целевого финансирования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан на 2024–2026 гг. BR24992903 «Практическое внедрение современных молекулярно-генетических, физиолого-биохимических, биотехнологических методов и цифрового фенотипирования в селекцию экономически значимых сельскохозяйственных культур».

Литературы:

[1] **Kipshakbayeva, G.,** Zargar M., Rysbekova A., Ashirbekova I., Tleulina Z., Amantayev B.,

Kipshakbayeva A., Baitelenova A., Stybayev G., Nejad M. Assessment of the genetic parameters of soybean genotypes for precocity and productivity in the various cultivation conditions // Heliyon. – 2024. – Vol. 10, Issue 16. – e36135.

[2] **Yerzhebayeva, R.** Marker-Assisted Selection for Early Maturing E Loci in Soybean Yielded Prospective Breeding Lines for High Latitudes of Northern Kazakhstan // Biomolecules. – 2023. – Vol. 13, № 7. – Pp. 1146.

[3] **Кипшакбаева, Г.А.,** Гончаров С. В., Тлеулина З.Т. Перспективные направления селекции сои в условиях Северного Казахстана // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 2 (46). – С. 46–58. https://doi.org/10.24412/2309-348X-2023-2-46-58

[4] **Байшоланов, С.С.** О повторяемости засух в зерносеющих областях Казахстана // Гидрометеорология и экология. – Алматы: Казгидромет, 2010. – № 3. – С. 27–38.

[5] **Байшоланов, С.С.,** Павлова В.Н., Жакиева А.Р., Чернов Д.А., Габбасова М.С. Агроклиматические ресурсы Северного Казахстана // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. – 2018. – № 1 (367). – С. 168–184.

[6] **Гончаров, С.В.,** Кипшакбаева Г.А. Перспективы развития сортимента сои в Республике Казахстан // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 4 (48). – С. 34–41. https://doi.org/10.24412/2309-348X-2023-4-34-41

[7] **Didorenko, S.V.** Monitoring quality and yield capacity of soybean varieties during the creation of various ecotypes in Kazakhstan // AGRIVITA, Journal of Agricultural Science. – 2021. – Vol. 43, № 3. – С. 558–568.

[8] **Suleimenova, N.** A resource conservation technology for adapting agroecosystems to the new natural conditions of a warming climate in South-Eastern Kazakhstan // OnLine Journal of Biological Sciences. – 2021. – Vol. 21, № 2. – С. 376–387.

[9] КазНИИЗиР. Соя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://kazniizr.kz/ (раздел «Соя»). – Дата обращения: 10.10.2025.

[10] **Гончарова, Э.А**. Изучение устойчивости и адаптации культурных растений к абиотическим стрессам на базе мировой коллекции генетических ресурсов: Научное наследие профессора Г. В. Удовенко / под ред. А. А. Жученко. – СПб.: ГНУ ВИР, 2011. – 336 с.

[11]. **Дебелый, Г.А.** Зернобобовые культуры в Нечерноземной зоне РФ / Г.А. Дебелый. – Москва: Немчиновка, 2009. – 260 с.

[12] **Вишнякова, М.А.,** Сеферова И.В., Буравцева Т.В. и др. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург: ВИР, 2018. – 143 с.

[13] **Глухих, М.А.** Земледелие: Практикум [Электронный ресурс]. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 188 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com – Дата обращения: 10.10.2025.

[14] **Fehr, W.,** Caviness C. Stages of soybean development. – Iowa State University, 1977.

[15] **Корсаков, Н.И.** Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур. – Л.: ВИР, 1975.

[16] **Ничипорович, А.А.,** Кузьмин З.Е., Полозова Л.Я. Методические указания по учету и контролю важнейших показателей процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах. – Москва, 1969. – С. 91–93.

[17] **Мамсиров, Н.И.,** Мнатсаканян А.А. Перспективные сорта сои и элементы их агротехники // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2021. – № 3(101). – С. 55–63.

[18] **Козлов, А.А.,** Романов Б.В., Сеферова И.В. Вегетационный период и основные морфометрические признаки коллекционного материала сои в условиях Приазовья // Аграрный вестник Урала. – 2022. – № 4(219). – С. 14–25.

[19] **Балакай, Г.Т.** Пути усовершенствования элементов технологии возделывания сои // Мелиорация и гидротехника. – 2019. – № 4(36). – С. 100–120.

[20] **Thomson, F.J.,** Moles A.T., Auld T.D., Kingsford R.T. Seed dispersal distance is more strongly correlated with plant height than with seed mass. Journal of Ecology. 2011. Vol. 99. P. 1299–1307. https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2011.01867.x

[21] **Дьяков, А.**Б., Бехтер А. Г. Особенности популяционной вариации длины стеблей подсолнечника // Научно-технический бюллетень ВНИИМК. – 1990. – № 1. – С. 18–21.

[22] **Амелин, А.**В. Морфофизиологические основы повышения эффективности селекции гороха: дис. ... д-ра с.-х. наук: 03.00.12. – Орел, 2001. – 371 с.

[23] **Paul, M.H.,** Planchon C., Ecochard R. Etude des relations entre le développement foliaire, le cycle de développement et la productivité chez le soja // Annales d'Amélioration des Plantes. – 1979. – Vol.

29, № 5. – P. 479–492.

[24] **Vogel J.T.,** Soybean Yield Formation Physiology – A Foundation for Precision Breeding Based Improvement [Электронный ресурс] // PMC. – 2021. – Режим доступа: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/ (дата обращения: 10.10.2025).

References:

[1] **Kipshakbayeva G.,** Zargar M., Rysbekova A., Ashirbekova I., Tleulina Z., Amantayev B., Kipshakbayeva A., Baitelenova A., Stybayev G., Nejad M. Assessment of the genetic parameters of soybean genotypes for precocity and productivity in the various cultivation conditions // Heliyon. – 2024. – Vol. 10, Issue 16. – e36135.

[2] **Yerzhebayeva R.** Marker-Assisted Selection for Early Maturing E Loci in Soybean Yielded Prospective Breeding Lines for High Latitudes of Northern Kazakhstan // Biomolecules. – 2023. – Vol. 13, № 7. – Pp. 1146.

[3] **Kipshakbaeva G.A.,** Goncharov S. V., Tleulina Z. T. Perspektivnye napravlenija selekcii soi v uslovijah Severnogo Kazahstana // Zernobobovye i krupjanye kul'tury. – 2023. – № 2 (46). – S. 46–58. https://doi.org/10.24412/2309-348X-2023-2-46-58 [in Russian]

[4] **Bajsholanov S.S.** O povtorjaemosti zasuh v zernosejushhih oblastjah Kazahstana // Gidrometeorologija i jekologija. – Almaty: Kazgidromet, 2010. – № 3. – S. 27–38. [in Russian]

[5] **Bajsholanov S.S.,** Pavlova V.N., Zhakieva A.R., Chernov D.A., Gabbasova M.S. Agroklimaticheskie resursy Severnogo Kazahstana // Gidrometeorologicheskie issledovanija i prognozy. – 2018. – № 1 (367). – S. 168–184. [in Russian]

[6] **Goncharov S.V.,** Kipshakbaeva G. A. Perspektivy razvitija sortimenta soi v Respublike Kazahstan // Zernobobovye i krupjanye kul'tury. – 2023. – № 4 (48). – S. 34–41. https://doi.org/10.24412/2309-348X-2023-4-34-41 [in Russian]

[7] **Didorenko S.V**. Monitoring quality and yield capacity of soybean varieties during the creation of various ecotypes in Kazakhstan // AGRIVITA, Journal of Agricultural Science. – 2021. – Vol. 43, № 3. – C. 558–568.

[8] **Suleimenova N.A** resource conservation technology for adapting agroecosystems to the new natural conditions of a warming climate in South-Eastern Kazakhstan // OnLine Journal of Biological Sciences. – 2021. – Vol. 21, № 2. – C. 376–387.

[9] KazNIIZiR. Soja [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: https://kazniizr.kz/ (razdel «Soja»). – Data obrashhenija: 10.10.2025. [in Russian]

[10] **Goncharova Je.A.** Izuchenie ustojchivosti i adaptacii kul'turnyh rastenij k abioticheskim stressam na baze mirovoj kollekcii geneticheskih resursov: Nauchnoe nasledie professora G. V. Udovenko / pod red. A. A. Zhuchenko. – SPb.: GNU VIR, 2011. – 336 s. [in Russian]

[11] **Debelyj G.A.,** Zernobobovye kul'tury v Nechernozemnoj zone RF / G.A. Debelyj. – Moskva: Nemchinovka, 2009. – 260 s.

[12]. **Vishnjakova M.A.,** Seferova I.V., Buravceva T.V. i dr. Kollekcija mirovyh geneticheskih resursov zernovyh bobovyh VIR: popolnenie, sohranenie i izuchenie: metodicheskie ukazanija. – 2-e izd., pererab. i dop. – Sankt-Peterburg: VIR, 2018. – 143 s. [in Russian]

[13] **Gluhih M.A.** Zemledelie: Praktikum [Jelektronnyj resurs]. – 2-e izd., ster. – Sankt-Peterburg: Lan', 2022. – 188 s. – Rezhim dostupa: https://e.lanbook.com – Data obrashhenija: 10.10.2025. [in Russian]

[14] **Fehr W.,** Caviness C. Stages of soybean development. – Iowa State University, 1977.

[15]. **Korsakov N.I.** Metodicheskie ukazanija po izucheniju kollekcii zernovyh bobovyh kul'tur. – L.: VIR, 1975. [in Russian]

[16] **Nichiporovich A.A.,** Kuz'min Z.E., Polozova L.Ja. Metodicheskie ukazanija po uchetu i kontrolju vazhnejshih pokazatelej processov fotosinteticheskoj dejatel'nosti rastenij v posevah. – Moskva, 1969. – S. 91–93. [in Russian]

[17] **Mamsirov N.I.,** Mnatsakanjan A.A. Perspektivnye sorta soi i jelementy ih agrotehniki // Izvestija Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN. – 2021. – № 3(101). – S. 55–63. [in Russian]

[18] **Kozlov A.A.,** Romanov B.V., Seferova I.V. Vegetacionnyj period i osnovnye morfometricheskie priznaki kollekcionnogo materiala soi v uslovijah Priazov'ja // Agrarnyj vestnik Urala. – 2022. – № 4(219). – S. 14–25. [in Russian]

[19] **Balakaj G.T.** Puti usovershenstvovanija jelementov tehnologii vozdelyvanija soi // Melioracija i gidrotehnika. – 2019. – № 4(36). – S. 100–120. [in Russian]

[20] **Thomson F.J.,** Moles A.T., Auld T.D., Kingsford R.T. Seed dispersal distance is more strongly

correlated with plant height than with seed mass. Journal of Ecology. 2011. Vol. 99. P. 1299–1307. https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2011.01867.x

[21] **D'jakov A.B.,** Behter A. G. Osobennosti populjacionnoj variacii dliny steblej podsolnechnika // Nauchno-tehnicheskij bjulleten' VNIIMK. – 1990. – № 1. – S. 18–21. [in Russian]

[22] **Amelin A.V.** Morfofiziologicheskie osnovy povyshenija jeffektivnosti selekcii goroha: dis. ... d-ra s.-h. nauk: 03.00.12. – Orel, 2001. – 371 s. [in Russian]

[23] **Paul M.H.,** Planchon C., Ecochard R. Etude des relations entre le développement foliaire, le cycle de développement et la productivité chez le soja // Annales d'Amélioration des Plantes. – 1979. – Vol. 29, № 5. – P. 479–492.

[24] **Vogel J. T.** Soybean Yield Formation Physiology – A Foundation for Precision Breeding Based Improvement [Электронный ресурс] // PMC. – 2021. – Режим доступа: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/ (дата обращения: 10.10.2025).

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ЖАҒДАЙЫНДА ПІСУ МЕРЗІМІ ӘРТҮРЛІ МАЙБҰРШАҚ СОРТТАРЫНЫҢ ӨСУ МЕН ӨНІМ ҚАЛЫПТАСТЫРУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Кипшакбаева Г.А.*, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
Сәбит Д.М., ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі
Әшірбекова І.Ә., ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі
Амантаев Б.О., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қ., Қазақстан

Аңдатпа. Солтүстік Қазақстан жағдайында зерттеуде әртүрлі пісу мерзіміне сәйкес майбұршақ сорттары зерттелді. Зерттеудің мақсаты – Солтүстік Қазақстан жағдайында әртүрлі пісу мерзімдеріне жататын майбұршақ сорттарының өнім қалыптарстыруына морфофизиологиялық белгілерінің әсерін зерттеу болып табылады. Зерттеулер А.И.Бараев атындағы АШҒӨО тәжірибе учаскесінде жүргізілді, бастапқы материал ретінде шығу тегі әртүрлі сортүлгілер пайдаланылды.

Зерттеу майбұршақ сорттарының негізгі өсіп-даму кезеңдері өнім қалыптасуы мен дамуына әсер ететінін және тиісінше толысу кезеңіндегі максималды мәндердің оның өнімділікті қалыптастырудағы негізгі рөлін растайтынын көрсетті. Дисперсиялық талдау өнімділікті анықтайтын негізгі фактор сорт және жыл факторларының өзара әрекеттесуі екенін көрсетті, бұл өсімдік өнімділігінің қоршаған орта жағдайларына айтарлықтай тәуелділігін көрсетеді. Өнімділік пен морфологиялық, биометриялық және өнімділік құрылымының элементтері арасында зерттелген майбұршақ сорттарының бүкіл жиынтық көрсеткіштері бойынша корреляциялық байланыстары айқындалды. Нәтижелерге сәйкес, ерте пісу тобы ең жоғары өнімділікті көрсетті (басқа топтарға қарағанда 10–13,4% жоғары), бұл өнімділік деңгейінің жақсы бейімделу деңгейін және өнім деңгейінің зерттеу жағдайында жоғары айқындалуын көрсетті.

Тірек сөздер: майбұршақ, сорт, өнімділік, вегетациялық кезеңнің ұзақтығы, өнім құрылымының элементтері.

FEATURES OF GROWTH AND FORMATION OF PRODUCTIVITY OF SOYBEAN VARIETIES OF VARIOUS RIPENESS GROUPS IN THE CONDITIONS OF NORTHERN KAZAKHSTAN

Kipshakbayeva G.A.*, Candidate of Agricultural Sciences
Sabit D.M., Master of Agricultural Sciences
Ashirbekova I.A., Master of Agricultural Sciences
Amantayev B.O., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan

Annotation. In the conditions of Northern Kazakhstan, an assessment of the initial soybean material was carried out in the context of their ripeness groups. The purpose of the research was to study the morphophysiological features of the formation of the productivity of soybean varieties of various ripeness groups in the conditions of Northern Kazakhstan. The research was carried out at the experimental site of the SPC of Grain Farming named after A.I.Barayev LLP, soybean cultivars of various origins were used as the starting material.

As a result of the research, it was revealed that the development phases have an impact on the formation and development of the main indicators of soybeans, and accordingly the maximum values in the seed filling phase confirm its key role in the formation of yields. The analysis of variance showed that the main factor in the formation of yields is the interaction of factors of the X-years variety and indicates a significant dependence of plant productivity on environmental conditions. Correlations of yield with morphological, biometric indicators and elements of the crop structure have been established both in the ripeness groups and in the totality of the studied soybean cultivars. According to the results, the early ripeness group showed the highest yield (10-13.4% higher than the other groups), demonstrating better adaptation and realization of the yield potential.

Keywords: soybeans, variety, yield, length of the growing season, elements of the crop structure.

ҒТАМР 68.29.07 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.355

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ ҚҰРҒАҚШЫЛЫҚ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ ДАЛАЛЫҚ АУЫСПАЛЫ ЕГІСТЕРДІ САЛЫСТЫРМАЛЫ БАҒАЛАУДЫҢ НӘТИЖЕЛЕРІ

Қияс А.А., ауыспалы егіс зерханасының меңгерушісі
kiyas.aldabergen@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-9337-2342
Ахметова Г.К.*, PhD, аға ғылыми қызметкер
galiyafresh@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-6896-8323

«*А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ҒӨО», ЖШС, Шортанды, Қазақстан*

Андатпа. Солтүстік Қазақстанның құрғақшылық дала аймағы жағдайында далалық ауыспалы егістің жаңа бірнеше әр түрлі кестелеріне алғаш рет салыстырмалы түрде баға берілді. Республиканың Солтүстік өңірлеріндегі облыстардағы жерлеріндегі әр түрлі меншік иелеріндегі (формаларындағы) орналастырылған егін алқаптарындағы егістіктерді тиімді пайдалану, қолдану арқылы дақылдардың егіс құрылымын одан әрі қарай жетілдіру мен ауыспалы егістер жүйесін әртараптандыру және әр түрлі далалық ауыспалы егістерде ауыл шаруашылығы дақылдарын ұтымды кезектестіру және орналастыру, сондай-ақ ауылшаруашылығында өсетін өсімдіктер мен дақылдардың агроклиматтық және биологиялық әлеуетін тиімді пайдалану. Ғылыми мақалада бір орында көпжылдық стационарда (учаскіде) жүргізілген ғылыми зерттеулердің негізінде неғұрлым болашағы бар және нарықтағы бәсекеге қабілетті, далалық ауыспалы егістер анықталды, оларды нақты іс жүзінде әртүрлі ауыл шаруашылығы дақылдары бар егіс алқаптарының құрылымында өсіру, әсіресе үнемді төмен шығын дақылдарды қолдану, арзан-ресурс және ылғал қор үнемдейтін, технологияларды қолдануға, өсімдік шаруашылығы өнімдерінің сапасына және шығымдылығы мен өнім түсімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Ауыспалы егістердің кестелерін салыстырмалы бағалаудағы, әр түрлі бағыттағы алынған нәтижелері осы өңірлердегі өңделген егістік танаптарында шаруашылықтар, атап айтқанда: астық компаниялар, фермерлер және жеке шаруа қожалықтары ұтымды пайдалануға, қазіргі кезеңде нарық жағдайындағы өте жоғары сұранысы бар ауыл шаруашылығы дақылдарының танаптарының көлемін кеңейтуге үлкен әсер етеді немесе өсірілетін ауылшаруашылығы дақылдарының өзіндік құнын біршама төмендетуге ықпал етеді.

Тірек сөздер: ауыспалы егіс, таза сүрі жер, минималды-сүрі жер, сидералды-сүрі жер, жаздық бидай, өнімділік, астық сапасы, экономикалық тиімділік.

Кіріспе. Қазақстанның солтүстік өңірі елдің аграрлық секторында өте маңызды рөл атқарады. Мұнда тек өсімдік шаруашылығы өнімдерін ғана емес, мал шаруашылығы өнімдерін де өндіруге арналған 23 млн. га дейін егістік жерлер орналасқан. Солтүстік Қазақстан ауыл шаруашылығының жетекші саласы республикадағы астықтың жалпы алынатын түсімінің 80-85% беретін астық өндірісі болып табылады [1]

Ауыл шаруашылығы жер ресурстары егістігінің құрамында және Солтүстік Қазақстанның егіс алқаптарының құрылымында ауыл шаруашылығы тауарын өндіру жағдайында ауыспалы егістерді әртараптандыру жағына әзірге ерекше аса өзгеріс болмайды.

Еуразия аймағында тың және тыңайған жерлерді игергеннен кейін шамамен 50 жыл бойы өндірісте жерді пайдаланудың басым кең таралған тәжірибесі астықты - сүрі жерлі ауыспалы егістері болды, егістік алқаптарында жаздық бидайдың монокультурасы және таза сүрі жер алқаптарына басымдық берілді [2].

Тың кезінде игерілген алқаптардағы өсетін дақылдардың арамшөптер ластанауы және егіншілік мәдениетін жоғары ұстап тұру үшін таза сүрі жер танабысыз тазарту іс жүзінде мүмкін емес деп есептелді [3].

Өңірлердегі далалық ауыспалы егістердің көпшілігінің негізі таза сүрі жер танабы мен жаздық бидайды қайтаалап өсіруімен астық өндірісі болып табылды. Ал қайталануы: 1) таза сүрі жер танабы, 2) жаздық бидай, 3) жаздық бидай, 4) жаздық бидай тек жаздық бидай далалық ауыспалы егісі құрады [4]

Кезінде Қазақтың ғылыми-зерттеу астық шаруашылығы институтындағы ауыспалы егіс зертханасының көпжылдық стационарлық тәжірибе учаскесінде жүргізілген көп жылғы

ғылыми зерттеулер деректердің нәтижесі бойынша астықты-сүрі жерлі ауыспалы егістерін 27 жыл бойы пайдалану нәтижесінде қарқындылығы таза сүрі жер танабының орналасу жиілігіне болуына байланысты қарашірінді құрамының мөлшері біршама төмендеу үрдісі байқалғанын анықталды. Сонымен, екі танапты астықты-сүрі жерлі ауыспалы егісте қарашіріндінің (гумустың) жоғалуы – 10,1%, үш танапты астықты-сүрі жерлі ауыспалы егісте – 10,8%, 5-танапты астықты-сүрі жерлі ауыспалы егісте – 2,0% құрады. Ал 1962 жылы алынған деректері бойынша бастапқы қарашірінді жалпы мөлшері – 3,9% болған еді. Таза сүрі жер танабы ең аз үлес мөлшері (33%) 6 – танапты астықты-сүрі жерлі ауыспалы егісте және бір орында үзіліссіз 1961 жылдан өсірілетін жаздық бидайда қарашіріндінің (гумустың) азайып жоғалуы байқалмады [5].

Жаздық бидай мен таза сүрі жер алқаптарының басым өндірісімен ауыспалы егістерді қолдануға негізделген дәстүрлі егіншілік жүйесі фермерлердің ішкі және сыртқы нарықтардағы бәсекеге қабілеттілігін арттырмайды, сонымен қатар топырақ құнарлылығының тозуына және біртіндеп сарқылуына әкеледі.

Алайда, ауылшаруашылық дақылдарын, әсіресе жаздық бидайды бір орында үзіліссіз ұзақ өсіруге деген қызығушылық өндіріс жағынан азаймайды. Бұл құбылыстың себептері өсіруге қолайлы көлемдерінің шектеулі пайдалануы, бұрыннан өсірілген ауылшаруашылығы учаскелерінде қолдану өсірілу үлкен қаржылық финанстық шығындарының болуы баршылық. Көптеген зерттеулер тіпті экономикалық артықшылықтың тиімділігін көрсетіп, егістікті ұтымды (сауатты) пайдалану есебінен бір орында үзіліссіз жаздық бидай (монокультурасы) дақылы өсірілуде [6]

Осы уақытқа дейін осы мезгілге дейін өңірде жаздық бидаймен шұғылдану негізгі астық үзіліссіз өсе беретін дақыл болып қала беретіні және тек Ақмола облысындағы егіс алқаптарының құрылымындағы жаздық бидайдың үлесі 2022 жылғы ҚР Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігі Ұлттық статистика бюросының ақпаратына сәйкес Ақмола облысында егін жинау көлемі 4891,9 мың га құрайды, оның ішінде дәнді және дәнді-бұршақ дақылдары 4609,1 мың га, бұл ретте негізгі азықтық дақыл болып табылатын жаздық бидайдың көлемі 4058,6 мың га (дәнді және жалпы пайдалатын дәнді-бұршақ дақылдары көлемінің 88,1% - ын) құрайды [7]

Солтүстік Қазақстанның болашақтағы агроөнеркәсіп өндірісіндегі тұғырнамасында (концепциясында) келешекте келесі негізгі құрамды бөлігі мынандай болуы керек: дәнді дақылдардың өнімін аз беретін жерлердің көлемін қысқартып олардың орнына көпжылдық шөптерді себумен алмастыру қажет, біртіндеп өңірдегі таза сүрі жер танабының көлемін қысқарту арқылы орнына бұршақ, майлы, жармалық және мал азықтық дақылдардың өсірілуі қажет [8].

Өңірдегі егіс алқаптары құрылымында ауыспалы егіс жүйесін тиімді пайдалану, ауыл шаруашылығы дақылдарын өсіру мен өнімділігін арттыру және Солтүстік Қазақстан өңірі жағдайындағы топырақ құнарлылығы төмендеу мәселелерін реттеу ұсынылды [9]

Солтүстік Қазақстан жағдайында А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығында ұзақ уақыт бойы астықты-сүрі жерлі ауыспалы егісі үстемдік етіп көлемі басым болды, өткен ғасырдың 90-жылдарында өнімді ауыспалы егістің жаңа кестелеріне ғылыми-зерттеу жұмыстары әзірленді. Жаңа кестелер өнімді егіншілік жүйесіне өту үшін ауыспалы егістерді әртараптандыруға, жаңаша құрастыруға қосымша балама дақылдармен оналастырылып жаңа тәжірбиелер қойылды [10].

Егіс алқаптарының құрылымындағы астықты-сүрі жерлі ауыспалы егістеріндегі кемшілік өзгерістерге байланысты, аграрлы ғылым саласына, оның ішінде ауыспалы егістер ғылымы жүйесінде соңғы 30-35 жылда ауыспалы егістердің құрылымын тек астықты-сүрі жерлі (таза сүрі жер-бидай) ауыспалы егістермен орналастырудың қажетті емес екені анықталып, тек біржақты тәсілге жол бермеу үшін қарама-қарсы бағыттағы жаңа теория пайда болды [11].

Соңғы зерттелген ауыспалы егістегі және Қазақстандағы көпжылдық зерттеулер көрсеткендей, көптеген сыналған ауыспалы егістердің ішінде сегіз танапты өнімді ауыспалы

егіс топырақтағы органикалық заттарды сақтау үшін ең қолайлы нәтижелерді көрсетті. Қазақстандағы ауыспалы егістерде зерттелген ғылыми жұмыстар топырақты қалпына келтіру мен құнарлылығын жақсартуға ықпал ете отырып, зерттеудің 10 жылдық кезеңінде органикалық заттардың салыстырмалы түрде тұрақты деңгейін ұстап тұруға болатына біршама ықпал етті [12].

Сондай-ақ, ауыспалы егістің топырақ қасиеттеріне оң әсері топыраққа қайтарылатын әр түрлі алғы дақылдар мен әртүрлі өсімдік қалдықтарының түсуі арқылы топыраққа органикалық көміртектің жоғары түсуін көрсетті [13,14].

Ауыспалы егістер бойынша алғы дақылдардың және химияландырудың әртүрлі деңгейлерінде тиімді болғандығын ғалымдардың көпжылдық зерттеулерінен бидай дәнінің сапасы айтарлықтай өзгергендігін байқауға болады. Астық сапасына алғы дақылдардың әсер ету үлесі 67-92% құрайды. Атап айтқанда, таза сүрі жер мен топырақты өңдеу дән тығыздығын 35-40 г, шынылығын 1,6-2,2% және дән желімшесін таза сүрі жер танабын топырағы өңделмеген алғы дақылдармен салыстырғанда 3,4-6,0% жоғарылағанын көруге болады. Минералды тыңайтқыштарды қолдану астықтың жалпы өнімділігін арттырғанымен, бірақ алғы дақылдар үшін топырақтың өңделмеген нұсқасын таза сүрі жерімен салыстырғанда төмен рентабельділікті көрсетті [15].

Нөлдік өңдеу мен ауыспалы егістің үйлесімі арқылы топырақтағы органикалық көміртегі мен азоттың мөлшері суды пайдалану тиімділігін арттыру арқылы, әсіресе жартылай құрғақ жерлерде жоғарылатуы мүмкін [16,17].

Ауыспалы егісте бұршақ дақылдарын пайдалану өнімділік пен экологиялық тұрақтылыққа оң әсер етеді. Майбұршақ дақылы (Glycine max L.) – бидайға және өзінен кейінгі дақылына біршама әсер ететін әлемдегі ең маңызды өсірілетін бұршақ дақылдарының бірі (Triticum aestivum L.) вегетациялық 5 рет кезеңде өсіру мен Майбұршақты алдын-ала себудің ықпалы астық өнімділігінің 43-301% өсуіне әкелді. Алынған нәтижелер топырақтағы минералды азоттың көбеюі мен топырақты тиімді қопсытуға, сонымен қатар, дәннің толысуына әсер еткенін көрсетті. Сондай-ақ, астық дәндегі микроэлементтердің концентрациясы ауыспалы егісте құрамының Zn, Cu және дәндегі ақуыздың мөлшері едәуір жоғары деңгейінің болатынын көрсетті. Аталған ұзақ мерзімді далалық тәжірибе нәтижесі топырақтың құнарлылығын арттыратын және күздік бидай өндірісінде тұрақты шешімін ұсынатын және ауыспалы егіс танаптары кестесінде Майбұршақ дақылдарын енгізудің немесе пайдаланудың маңыздылығын көрсетеді [18].

Қорыта келе және ғылыми жұмыстарды зерттеу барысында, өндіріс жағдайындағы егіс алқаптарының құрылымындағы астықты-сүрі жерлі ауыспалы егістеріндегі бірнеше ауқымды маңызды өзгерістер енгізілді. Сонымен қатар, егістік ауыспалы егістердің әртүрлі саласы мен түрлерін салыстырмалы бағалауға және майлы, бұршақ, жарма және мал азықтық дақылдарының егістігін кеңейтуге мүмкіндік беруін қажет етеді және аймақтардағы өндіріс шаруашылықтарында қаржылық тұрақтандыру тәсілдерінің бірі болып табылады.

Зерттеудің мақсаты – егістік алқаптарын тиімді әрі ұтымды пайдалануды және әр түрлі сүрі жерлер мен дақылдардың түрлері мен алғы дақылдарды, ауыспалы егіс өнімділігі мен түсімділігіне әсерін қамтамасыз ететін далалық ауыспалы егістердің әртүрлі салалары мен түрлерін салыстырмалы түрде бағалау

Зерттеу материалдары және әдістері. Далалық тәжірибелер Ақмола облысының солтүстік ауданы Шортанды ауданында орналасқан А. И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығының ұзақ мерзімді көпжылдық ауыспалы егіс зертханасының стационарында 2019-2024 жылдары жүргізілді. Тәжірибе учаскесіндегі ауыспалы егіс кестелерінде ауыл шаруашылығы дақылдары кездейсоқ әдіспен үш қайталымда орналастырылды. Тәжірибе танаптарындағы мөлдек көлемі 240-600 м^2 құрайды. Учаскенің алынған деректері бойынша топырағы бейтарап және сәл сілтілі реакциясы бар оңтүстік карбонатты ауыр сазды қара топырақ, су сығындысының pH 7,7-8,1. Топырақтың 0 - 20 см қабатындағы қарашіріктің мөлшері 3,56 – 3,94 %, нитратты азот 0-40 см қабатында - 13,6 -14,2 мг/кг, жылжымалы фосфор 0-20 см қабатында - 10,2 -14,5 мг/кг, топырақтағы

алмасқан калий 0-20 см қабатында – 440-560 мг/кг құрайды. Зерттеу жылдарындағы ауа-райы мен климаттық жағдайлар айтарлықтай өзгерді. Ауыл шаруашылығы дақылдарының вегеатация кезеңдерінде агрометеорологиялық көрсеткіштердің деректері бойынша, 2019, 2021 және 2022, 2023 жылдар құрғақ және құрғақшылық байқалды, ең қолайлы 2020, 2024 жылдар болды. Жаз бойы таза сүрі жер алқаптары 10-12 см және 12-14 см тереңдікке 4 рет ПГ-3 қопсытқышпен немесе СЗС-2,1 егін сепкіштермен өңделді. Күзде топырақты өңдеуде ПГ-3-5 немесе КПГ-250 техникаларын пайдаланып терең сыдыра қопсытып жыртып 20-22 немесе 25-27 см тереңдікке дейін терең негізгі өңдеу жүргізілді. Қыс айларында таза сүрі жер алқаптарында топырақ ылғалының қорын арттыру үшін СВУ-2,6 қар жалдары тоқтатылды. Минималды сүрі жерды дайындаудың минималды технологиясы бойынша гербицидтік және сыдыра жыртқыш культиваторымен өңдеу бірге біріктіріді. Алғашқы механикалық өңдеу маусымның бірінші онкүндігінде 10-12 см тереңдікке, ПГ-3 культиваторымен немесе СЗС-2,1 (егінсепкіші) ауылшаруашылық техника құралдарымен жүргізілді. Минималды сүрі жерды гербицидпен бүрку шілденің бірінші онкүндігінде глифосат бар гербицидтермен жүргізілді және арамшөптерде тамыр сабақтарының даму фазасына жол берілмеді бүрку мөлшері - 2,5-3,0 л/га тұтыну нормасына сәйкес болды. Арамшөптердің екінші рет қайтадан өсіп пайда болуы мен өсуіне байланысты минималды сүрі жердың екінші рет бүркуі тамыздың үшінші онкүндігінің басында глифосат бар гербицидтермен 2,5-3,0 л / га мөлшерде жүргізілді. Нөлдік технология топырақты механикалық өңдеудің кері әсерінен толық бас тартуды көздейді және ауыспалы ауыспалы егістегі аңыздық алғы дақылдарын 2,0-2,5 л/га мөлшерде енгізіп, құрамында глифосаты бар гербицидтермен бүрку жұмыстары жүргізілді.

Жасыл тыңайтқышқа сары түйежоңышқа өсіру тәсілі нөлдік технология бойынша ДМS Amozone егін сепкіштерімен (сеялкасымен) дақылды тікелей себу тәсілімен жүргізілді. Ерте көктемде топырақты егу алдындағы өңдеусіз аңыздық алғы дақылға себілді. Түйежоңышқа өсімдігі 2 жылдық дақылға жатады. Өсімдіктің даму барысында, яғни түйежоңышқа өскен бірінші жылында бірге пайда болған арамшөптерді 15-20 см биіктікте ЖВН-6 (Енисей) жаткасымен бірге дестеге шабылды, (түйежоңышқа өскен бірінші жылында егін өскені нәзік болады, толық мықты өскенше). Түйежоңышқаның тұқым себу тереңдігі 4-5 см. Келесі жылы қыстап шыққаннан кейін, топырақтың физикалық пісуіне жеткенде, дақылдың бүршіктерін ояту үшін БИГ-3А тырмасымен танап тырмаланды. Түйежоңышқа дамуының екінші жылында гүлдену фазасында, өсімдіктердің максималды биомассасы кезеңіне жеткенде, осы дақыл екі деңгейлі ПЯС-1,5 соқасымен, 35-40 см тереңдікке дейін жасыл тыңайтқышқа жырту жүзеге асырылады. Танаптарды жасыл тыңайтқышқа жырту уақытында әрбір 12 метрден кейін өсімдіктердің сабағы қалады. Осылай қалдырылған биік өсімдік сабағы бірқалыпты жоғары деңгейде қар жамылғысының жиналуын қосымша әдістерсізде және жер қабаттары тиімді ылғал қорымен қамтамасыз етіледі. Атап өткен жөн себебі сидералды ауыспалы егісте сидералды сүрі жер кейінгі жаздық бидайды танаптарда өсіру кезінде гербицидтер мен тыңайтқыштарды енгізілмейді. Себебі арамшөптермен күресу және минералды элементтермен қоректену қажеттілігі агротехникалық және биологиялық әдістер арқылы қамтамасыз етіледі.

Өнімді ауыспалы егістерде маржиналды дақылдарды себу тікелей себу жұмыстары ДМS Amozone егін сепкіштерімен тікелей себіліп жүргізіледі, онда топырақ ылғалдылығын сақтау және қыста түскен жауын-шашын мөлшерін ұстау үшін аңыздық мен өсімдік қалдықтары қалдырылады. Өңдеудің екі кезеңі көзделеді: алдыңғы дақылды жинаудан бастап сүрі жерге себілген (екпе) дақылды себуге дейін және сүрі жерге себілген (екпе) дақылды жинаудан бастап негізгі дақылды себуге дейін болады. Асбұршақ-сұлы қоспасы ылғал жабу жұмыстарынан кейін (мамырдың 1-ші онкүндігі) ең ерте кезеңде екпе сүрі жерға қалдырылған алқапқа екпе дақылдар себілді. Егінді ДМS Amozone егін сепкішпен тікелей себіледі, асбұршақ себу мөлшері әр гектарына 0,7 млн. өнгіш дән, ал сұлы әр гектарына 2 млн. өнгіш дәнінен себіледі. Жыл сайынғы өсірілген шөптердің жасыл массасын жинау шілденің бірінші онкүндігінде сұлы фазасы шашақтану кезеңінде жүргізілді. Сидералды

дақылдардың жасыл балаусасын дайындау технологиясында, топырақты органикалық заттармен байыту үшін жасыл тыңайтқыш ретінде өсірілген дақылдарды топырақ қабатына енгізу қарастырылған.

Астықты-таза сүрі жерлі ауыспалы ауыспалы егістерінде таза сүрі жер танабы 12-14 см тереңдікке өңделеді және әр гектарға әсер ету заты бойнша фосфор тыңайтқыштары 60 кг мөлшерінде енгізілді, олар барлық ауыспалы егістегі дақылдар ротациясына арналған. Астықты-сүрі жерлі ауыспалы егісінің екінші ротациясында аңыздықтағы дақылдарға 15-20 кг/га мөлшерде фосфор тыңайтқыштары егін себу кезеңінде енгізіледі, ал аңыздық алғы дақылдар бойынша 30-35 кг/га азот тыңайтқыштары егін қатарына дақылды себу кезінде бірге топырақ қабатына енгізілді. Толық егін өскіні кезеңінде жаздық бидай танаптары көпжылдық қосжарнақты және бір жылдық астықты арамшөптерге қарсы гербицидтермен СУПЕР 100 к.е., 10% - 0,8 л/га + Дезормон эфирі 72% к. е. – 0,8 л/га бактық қоспаларымен бірге танаптар бүркіледі.

Нәтижелер және оларды талқылау. Егіс алқаптарының құрылымында рентабельді дақылдарды кезектестіре отырып және Солтүстік Қазақстан жағдайындағы өңірлік ерекшеліктер мен нарық қажеттіліктерін ескере отырып, астықты-сүрі жерлі, астықты-шөпті, астықты-отамалы, өнімді-ауыспалы, сидералды ауыспалы егістерді зерделеп салыстырмалы түрде бағалау жүргізілді.

Ауыспалы егістің әртүрлі салаларына, түрлерінде және өсірілетін маржиналық (рентабельді) дақылдарды салыстырмалы бағалау үшін келесі агрономиялық және экономикалық көрсеткіштер пайдаланылды:

1) астықтың, май тұқымдарының, ауыл шаруашылығы дақылдарының жасыл массасының өнімділігіне әсері (ц/га);

2) әр түрлі алғы дақылдардың жаздық бидай дәнінің өнімділігіне әсері (ц/га)

3) әртүрлі алғы дақылдар бойынша алынатын өсімдік шаруашылығы өнімінің астық сапасына әсері;

4) 1 га ауыспалы егіс алқаптарының астық, май тұқымы, жасыл масса және мал азықтық бірліктерінің шығымына әсері;

5) жалпы өнімнің шыққан өзіндік 1т өндірілген құны, теңге;

6) ауыспалы егіс көлемінің 1 гектарына кеткен еңбек шығындары, теңге;

7) ауыспалы егіс көлемінің 1 гектарынан алынған таза кіріс, теңге;

Ауыспалы егістерді дамыту кезінде алдымен әртүрлі сүрі жерлердің түрі әр түрлі дақылдардың түрлері бағаланды, содан кейін өсірілетін ауылшаруашылық өсімдіктерінің экономикалық және агрономиялық тұрғыдан ең жақсы үйлесімділін анықтау үшін егістік алқаптарының әртүрлі құрылымы бағаланды. Қазақстанның әртүрлі өңірлерінде егіс алқаптарының егістік құрылымында майлы, бұршақ және мал азықтық дақылдарының егістігінің көлемін кеңейту өндірістің қаржылығын тұрақтандыру тәсілдерінің бірі болып табылады. Таза және минималды сүрі жерларда топырақты өңдеу жүргізіледі және оларды дайындау үшін 21 ай уақыт кетеді және өндірілетін өсімдік өнімдерін алманбайды.

Дақылдарды екпе сүрі жерге, жасыл тыңайтқыштың бірінші жылы шабылған жасыл балаусаға, шөпке қосымша жасыл масса алуға мүмкіндік береді және алынған өнімі126,3 бен130,0 ц/га құрады (1-кесте).

1-кесте – Әр түрлі сүрі жерлер мен жоғары рентабельді дақылдар бойынша астық, жасыл масса және май тұқымдарының өнімділігі, ц / га

Әр түрлі сүрі жерлердің түрлері мен ауылшаруашылық дақылдары	Жүргізген зерттеу жылдары						Орташа-сы
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Таза сүрі жер танабы	-	-	-	-	-	-	-
Минималды сүрі жер	-	-	-	-	-	-	-
Екпе сүрі жер (жасыл массасы)	56,1	179,0	158,0	160,8	251,6	866,0	240,2
Сидералды (түйежоңышқа) сүрі жер	163,4	129,0	103,0	113,3	181,2	370,0	176,7

1	2	3	4	5	6	7	8
Жүгері сүрлемге (жасыл массасы)	134,0	240,5	130,0	125,8	109,4	366,8	184,5
Сұлы	14,8	26,5	18,6	16,0	8,7	28,5	18,9
Арпа	21,7	26,7	22,4	21,0	11,1	29,8	22,1
Күнбағыс	8,9	14,4	10,6	7,7	9,8	17,1	11,4
Жаздық рапс	5,4	13,6	14,1	12,1	10,2	16,6	12,0
Қыша	7,9	13,9	10,7	9,1	6,8	21,1	11,6
Майлы зығыр	11,2	14,0	9,4	9,3	5,2	14,4	10,6
Асбұршақ	9,2	18,9	11,8	12,8	7,2	16,6	12,8
Жасымық	7,1	12,3	8,0	9,5	6,9	14,5	9,8
Бір орында үзіліссіз өсірілетін жаздық бидайға гербицидтер мен тыңайтқыштарды қолдану	14,8	23,0	21,2	20,1	12,3	17,7	18,2

Әр түрлі ауыспалы егістердегі таза сүрі жермен, дәнді, дәнді - бұршақты, майлы, мал азықтық және басқа да ауыл шаруашылығы дақылдарымен алмастыру орта есеппен 6 жыл ішінде астық, жасыл масса және май тұқымдарының өнімділігі 9,9 -дан 21,9 ц/га-ға дейін құрады.

Ауыспалы егіске әртүрлі дақылдарды орналастырған кезде, алғы дақылдардың келесі жылға тікелей тигізетен әсерін ғана емес, сонымен қатар олардың бірнеше жылға созылуы мүмкін, сондықтан дақылдардың оң немесе кері әсерін де ескеру қажет. Егіншілік және ауыспалы егіс жүйесіндегі соңғы зерттеулер нәтижесі бойынша бірқатар кейбір алғы дақылдардың өзінен кейін себілген жаздық бидай дәнінің өнімділігінің өзгеруіне айтарлықтай әсер етеді.

Егістік алқаптарының әр түрлі құрылымымен ауыспалы егістерді бағалай отырып, дақылдардың топырақ-климаттық және биологиялық әлеуеті, сондай-ақ ауылшаруашылық өнімдерін өндіруге арналған материалдық және еңбек ресурстары барынша толық және ұтымды пайдаланыла отырып, еңбек шығындары мен қаражаттың минималды мөлшерімен өнімнің максималды мөлшерін алуды қамтамасыз ететін ауыспалы егістерге артықшылық беріледі (және т.б. көрсеткіштерге).

Зерттелген алғы дақылдардың арасында жүргізілген зерттеулер жылдарында келесі дақылдар жаздық бидай үшін өте жақсы алғы дақыл болып табылады: жаздық бидай дәнінің жоғары өнімділігі түйежоңышқадан кейін – 20,4 ц/га, таза сүрі жер танабы және минималды сүрі жердан кейін-18,3-18,9 ц/га, аңыздық дақылдардан (16,2-17,5 ц/га) және бір орында үзіліссіз өсірілетін жаздық бидайға гербицидтер мен тыңайтқыштарды енгізіп қолданғанда (18,2 ц/га) өнім алынып жақсы алғы дақыл болды. Одан басқа да алғы дақылдардың нәтижелері бойынша астық өнімділігі орта есеппен 15,9-16,1 ц/га аралығында болды (2-кесте). Әр түрлі бағыттағы таза сүрі жерлер түрлерінің алқаптары, майлы зығырмен салыстырғанда, өздерінен анағұрлым құнды алғы дақылдар болып саналады, өйткені көк кезінде жасыл тыңайтқышқа жыртылған түйежоңышқа өнімділікке оң әсер етеді және одан кейінгі өсірілген дақылдарға да жақсы әсерін тигізеді.

2-кесте – Әр түрлі алғы дақылдардың жаздық бидай дәнінің өнімділігіне әсері, ц/га

Алғы дақылдар	Жүргізген зерттеу жылдары						Орташасы
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Таза сүрі жер алқабынан кейінгі себілген жаздық бидай	16,1	24,2	20,7	19,8	10,4	17,6	18,3
Минималды сүрі жердан алқабынан кейінгі себілген жаздық бидай	18,0	25,8	20,9	20,7	10,8	17,3	18,9
Екпе таза сүрі жер алқабынан кейінгі себілген жаздық бидай	16,5	22,4	17,1	13,3	9,3	16,6	15,9

1	2	3	4	5	6	7	8
Жүгері алқабынан кейінгі себілген жаздық бидай	15,8	26,6	16,2	14,9	7,5	16,4	16,2
Сұлы алқабынан кейінгі себілген жаздық бидай	15,8	22,7	17,1	19,0	11,6	17,4	17,3
Арпа алқабынан кейінгі себілген жаздық бидай	15,0	22,7	15,3	18,7	10,4	18,7	16,8
Күнбағыс алқабынан кейінгі себілген жаздық бидай	14,9	24,4	17,6	15,0	8,8	17,4	16,4
Жаздық рапс алқабынан кейінгі себілген жаздық бидай	14,0	21,6	18,4	13,4	11,6	23,3	17,0
Қыша алқабынан кейінгі себілген жаздық бидай	15,4	19,7	17,6	17,8	11,4	20,6	17,1
Майлы зығыр алқабынан кейінгі себілген жаздық бидай	13,1	21,7	16,2	15,0	11,8	17,4	15,9
Асбұршақ алқабынан кейінгі себілген жаздық бидай	14,3	25,4	18,8	14,7	11,3	20,1	17,5
Жасымық алқабынан кейінгі себілген жаздық бидай	14,8	22,2	18,5	15,6	9,1	16,8	16,1
Түйежоңышқа алқабынан кейінгі себілген жаздық бидай	19,6	29,7	20,1	23,0	11,6	18,2	20,4
Бір орында үзіліссіз өсірілетін жаздық бидайға гербицидтер мен тыңайтқыштарды қолдану	14,8	23,0	21,2	20,1	12,3	17,6	18,2

Осылайша, дақылдарды ауыспалы егісте дұрыс орналастыру үшін, біздің ауылшаруашылық тауар өндірушілеріміз, дақылдарға қойылатын талаптарды, яғни алғы дақылдарға және өзінен кейін келесіде өсірілетін дақылға тікелей әсерін және әр түрлі ауыспалы егістер түрлеріне және егістік алқаптарының құрылымында орналасқан екінші және одан кейінгі дақылдар үшін жақсы әсер ететінін және тиімді болуды әсер ететіні ескерілеуі керек, әсіресе өңірлердегі фермерлік (шаруа) қожалықтар үшін қажет.

Көпжылдық өндірістік тәжірибе көрсеткендей, аймақтағы астықты-сүрі жерлі немесе бірыңғай астықты ауыспалы егістер егістіктерін орналастыру тиімді пайдалануға ықпал етпейді. Жаз айларының қысқа болатын ескере отырып, көктемгі егіс және егін жинау жұмыстарында шамадан тыс қызу жұмыс пайда болады, бұл оларды орындаудың оңтайлы мерзімдерінің бұзылуына әкеледі. Өңірдегі өсімдік шаруашылығы өнімдерінің ассортиментін ұлғайту резервтерінің бірі жаздық дәнді дақылдарға қарағанда бірқатар артықшылықтары бар, яғни дәнді дақылдар құрылымында дәнді-бұршақты, майлы және жарма немесе (маржинальдық) дақылдардың үлес салмағын арттыру керек болып табылады. Дәнді-бұршақты және майлы дақылдарды өсірудің көлемін кеңейту аймақтың топырақ-климаттық жағдайларын ескере отырып, оны ауыспалы егісте өсіру технологиясын жетілдірген кезде ғана мүмкін болады. Алайда, бұл жағдайлар әр түрлі алғы дақылдар бойынша әр түрлі ауыспалы егістерде жаздық бидайды өсіру кезінде қамтамасыз етіледі.

Оларды енгізу және игеру жылына арналған ауыспалы егістердің өнімділігін есептеу деректерін ескере отырып, орналастырылған дақылдар жақсы алғы дақылдарға сәйкес және ауыспалы егістерге рентабельді дақылдарды қосу және олардың өнімділігімен бірқатар көрсеткіштер бойынша арттыруға мүмкіндік береді деген қорытынды жасалынады.

Келесі 3-кестеде далалық ауыспалы егістің әртүрлі саласы мен түрлерінің өнімділігі бағаланды. Бұл жағдайда астық, май тұқымы, жасыл масса сияқты көрсеткіштер қолданылды. Ауыспалы егісті бағалау кезінде негізгі түпкілікті көрсеткіш, өздеріңіз білетіндей, ауыспалы егіс алқабының әр гектарынан астықтың шығымы болып табылады, бұл жағдайда астық айналымы көлемімен және ауыспалы егістен, олардың астық айналымындағы егістік алқабынан таза сүрі жер танабының үлес салмағы 25% құрайды. Жасыл тыңайтқыштан кейін таза сүрі жер алқаптары ең жақсы алғы дақыл ретінде жаздық

бидайдың ең жоғары өнімділігін қамтамасыз етеді. Алайда, жаздық бидайдағы бұл астық өнімділігінің өсуін, дәнді дақылдардың ауыспалы егістерінде таза сүрі жерде болған жылдарындағы көлемінде жоғалуын өтемейді. Мысалы, жаздық бидай (тауарлық) астығын өндіруге маманданған шаруашылықтар үшін ең қолайлы болып 4,5,6 - танапты астықты-сүрі жерлі ауыспалы егістері болып табылады.

Жаздық бидайдың ауыспалы егістеріне гербицидтерді енгізу және қажетіне қарай қолдану кезінде минералды тыңайтқыштарды жүйелі түрде енгізу, ауыспалы егістерді бағалау мен ауыспалы егіс алқабының әр гектарынан алынған астықтың жақсы жағына шығуы бойынша күрт өзгереді. Зерттеу жылдарында ауыспалы егіс алқабының әр гектарынан астық шығымы бойынша тұрақты дақылдың (бидайдың) одан да үлкен артықшылығы аңыздықты аясында себу кезінде азотты-фосфорлы тыңайтқыштары бірге қолдану мен тұқымдарын бірге енгізу кезінде көрінді. Сонымен қатар, таза сүрі жер танабында себілген жаздық бидайдан 18,3 ц/га өнім алынып, ал бір орында үзіліссіз өсірілетін жаздық бидайдың өнімділігі 18,2 ц/га бір деңгейде құрап, сәл кішкене (+0,1 ц/га) төмен болды.

Енді, бір орында үзіліссіз өсірілетін жаздық бидайға гербицидтер мен тыңайтқыштарды қолдану нұсқасы вариантында түсімділігі бойынша барлық ауыспалы егістерден асып түсіп 18,2 ц/га, немесе қосымша 5,3 центнер артық түсім алынды. Ал 4-танапты астықты-сүрі жерлі ауыспалы егістің көлемінің әр гектарынан алынған астық түсімі 12,9 центнерді құрады (3-кесте).

3-кесте – Әр түрлі далалық ауыспалы егістердің алынған агрономиялық көрсеткіштері өнімділігі мен түсімділігі, ц / га

Ауыспалы егістер	Зерттеу жүргізілген жылдар						Орташасы
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
астықты-сүрі жерлі ауыспалы егістері							
4-танапты ауыспалы егіс: таза сүрі жер танабы-жаздық бидай-жаздық бидай - жаздық бидай							
Ауыспалы егістің орташа өнімділігі	15,7	24,4	18,7	17,1	10,3	16,7	17,2
1 га егістіктегі астық түсімділігі	11,7	18,3	14,0	12,8	7,7	12,7	12,9
4-танапты ауыспалы егіс: таза сүрі жер-жаздық бидай-жаздық бидай-арпа							
Ауыспалы егістің орташа өнімділігі	17,9	25,0	20,7	20,2	11,3	21,9	19,5
1 га егістіктегі астық түсімділігі	13,4	18,8	15,5	15,2	8,5	16,4	14,6
астықты-шөпті-отамалы ауыспалы егістері							
4-танапты ауыспалы егіс: біржылдық шөптер-жаздық бидай-жаздық бидай-арпа							
Ауыспалы егістің орташа өнімділігі	17,7	24,1	18,1	16,6	10,4	21,1	18,0
1 га егістіктегі астық түсімділігі	13,3	18,1	13,5	12,5	7,8	15,8	13,5
1 га егістіктегі жасыл массаның шығымы	14,0	44,8	39,5	40,2	62,9	141,7	57,2
1 га егістіктегі жемшөп бірліктерінің шығымы	3,5	11,2	13,5	12,5	47,8	26,9	19,2
4-танапты ауыспалы егіс: жүгері-жаздық бидай-жаздық бидай-арпа							
Ауыспалы егістің орташа өнімділігі	17,1	25,3	18,4	17,5	8,5	20,2	17,8
1 га егістіктегі астық түсімділігі	12,8	19,0	19,4	18,8	6,4	15,2	15,3
1 га егістіктегі жасыл массаның шығымы	33,5	60,1	32,3	31,5	27,4	91,7	46,1
1 га егістіктегі мал азықтық бірліктерінің шығымы	8,4	15,0	19,4	18,8	16,4	28,0	26,5
астықты (сүрі жерсыз) ауыспалы егістері							
4-танапты ауыспалы егіс: сұлы-жаздық бидай-жаздық бидай-арпа							
Ауыспалы егістің орташа өнімділігі	17,2	23,6	19,4	17,6	10,4	23,3	18,5
1 га егістіктегі астық түсімділігі	17,2	23,6	19,4	17,6	10,4	23,3	18,5
4-танапты ауыспалы егіс: күнбағыс-жаздық бидай-жаздық бидай-арпа							

1	2	3	4	5	6	7	8
Ауыспалы егістің орташа өнімділігі	15,3	22,7	16,1	14,9	9,8	19,4	16,4
1 га егістіктегі астық түсімділігі	15,3	22,7	16,1	14,9	9,8	19,4	16,4
1 га егістіктегі мал азықтық бірліктерінің шығымы	3,8	5,7	4,0	3,7	2,4	4,8	4,1
4-танапты ауыспалы егіс: жаздық рапс-жаздық бидай-жаздық бидай-арпа							
Ауыспалы егістің орташа өнімділігі	14,7	21,8	16,1	15,0	10,5	19,2	16,2
1 га егістіктегі астық түсімділігі	14,7	21,8	16,1	15,0	10,5	19,2	16,2
1 га егістіктегі май тұқымдарының шығымы	3,8	5,5	4,0	3,8	2,6	4,8	4,1
өнімді ауыспалы егістері							
4-танапты ауыспалы егіс: майлы зығыр-жаздық бидай-асбұршақ-жаздық бидай							
Ауыспалы егістің орташа өнімділігі	12,0	19,8	13,0	11,2	6,6	14,1	12,9
1 га егістіктегі астық түсімділігі	12,0	19,8	13,0	11,2	6,6	14,1	12,9
1 1 га егістіктегі май тұқымдарының шығымы	2,8	3,5	2,4	1,9	1,2	2,9	2,5
4-танапты ауыспалы егіс: қыша-жаздық бидай-асбұршақ-жаздық бидай							
Ауыспалы егістің орташа өнімділігі	12,0	19,2	13,5	11,6	7,9	17,1	13,6
1 га егістіктегі астық түсімділігі	12,0	19,2	13,5	11,6	7,9	17,1	13,6
1 га егістіктегі май тұқымдарының шығымы	2,0	3,5	2,7	1,9	1,6	3,4	2,5
4-танапты ауыспалы егіс: жаздық рапс-жаздық бидай-асбұршақ-жаздық бидай							
Ауыспалы егістің орташа өнімділігі	10,7	19,7	14,4	11,8	8,8	19,2	14,1
1 га егістіктегі астық түсімділігі	10,7	19,7	14,4	11,8	8,8	19,2	14,1
1 га егістіктегі май тұқымдарының шығымы	1,4	3,3	3,5	3,0	2,6	4,1	3,0
4-танапты ауыспалы егіс: асбұршақ-жаздық бидай- зығыр-арпа							
Ауыспалы егістің орташа өнімділігі	15,0	19,0	14,3	14,4	7,8	18,0	14,8
1 га егістіктегі астық түсімділігі	15,0	19,0	14,3	14,4	7,8	18,0	14,8
4-танапты ауыспалы егіс: жасымық-жаздық бидай- зығыр-арпа							
Ауыспалы егістің орташа өнімділігі	14,0	18,5	13,2	12,7	7,2	15,0	13,4
1 га егістіктегі астық түсімділігі	14,0	18,5	13,2	12,7	7,2	15,0	13,4
сидералды ауыспалы егіс							
5-танапты ауыспалы егіс: түйежоңышқа 1-жылы-түйежоңышқа-2-жылы (жасыл тыңайтқышқа)-жаздық бидай-жаздық бидай-арпа							
Ауыспалы егістің орташа өнімділігі	20,9	26,5	19,2	23,1	11,4	20,2	20,2
1 га егістіктегі астық түсімділігі	12,7	15,9	11,5	13,8	6,9	12,0	12,1
1 га егістіктегі жасыл массаның шығымы							
1 га егістіктегі жемшөп бірліктерінің шығымы	77,0	61,0	54,0	66,2	92,9	174,0	87,5
Бір орында үзіліссіз өсірілетін жаздық бидайға гербицидтер мен тыңайтқыштарды қолдану	14,8	23,0	21,2	20,1	12,3	17,6	18,2

Өңірдегі жемшөп ауыспалы егістерінен осы аймақтағы өсіп келе жатқан мал шаруашылығы үшін жемшөп балансын құнарсыз және шырынды жеммен толықтыратын көзі болып табылатын ферма маңындағы ауыспалы егістерді жүргізу қажет. Сонымен қатар, жемшөп дақылдары, атап айтқанда жүгері және жасыл жемге арналған бір жылдық шөптер жем мен сүрлемнен қосымша 46,1-57,2 ц жасыл балаусасы алынып және ауыспалы егіс алқабының көлемінен 19,2-26,5 ц қажетті жемшөп бірлігін қамтамасыз етіп және егістіктанаптары тиімді пайдаланылады.

Дәнді дақылдардың ауыспалы егістерінде дәнді дақылдардың алғы дақылдары ретіндегі құндылығы агротехника деңгейімен және олардың алғы дақылдарымен анықталады. Өндіріс жағдайында таза сүрі жер танабының орнын, дәнді, бұршақ, майлы

және басқа да дақылдармен алмастырғанда егістік танаптар тиімді пайдаланылады және көптеген басқада тиімді дақылдар үшін жақсы жақсы алғы дақыл болып табылады. Түсімі 12,9-14,8 ц/га шегінде ерекше ауытқуларсыз бір деңгейде астықты-сүрі жерлі ауыспалы егіспен салыстырғанда, әр гектардан ауыспалы егіс алқабының өнімділігі бойынша дәнді, майлы және бұршақ дақылдарымен ауыспалы ауыспалы егіс жақсы өнім береді.

Ең жоғары түсімділік астықты ауыспалы егістіктері мен ерекшеленді. "сұлы-бидай-бидай-арпа" және "күнбағыс-бидай-бидай-арпа" ауыспалы 4-танапты ауыспалы егістің әр гектардан астық түсімділігі тиісінше 16,4-18,5 ц/га жоғары аралығында құрады.

Осылайша, шаруашылықтың мамандану бағытына байланысты ауыспалы егістің әр түрлі саласы мен түрлерінің ұтымды үйлесуі әр гектар егістіктің түсімділігін арттыруға және климаттық жағдайларға байланысты өсімдік шаруашылығы өнімінің шығымдылығын тұрақтандыруға мүмкіндік береді, әсіресе Қазақстанның солтүстік облыстарының құрғақ жағдайларында өте маңызды болады. Жоғары сапалы астық пен бидай дақылдарын алу жөніндегі іс-шаралар кешеніндегі маңызды буын ауыспалы егіс болып табылады, онсыз егіншілік мәдениетін арттыруға бағытталған әдістерді қолдану мүмкін емес.

Ақмола және Солтүстік Қазақстан аудандары үшін келтірілген 6 жылдық деректердің ішінен әр түрлі алғы дақылдар деректері бойынша жаздық бидай дәнінің сапасы мынадай нәтижелер көрсетті. Әр түрлі алғы дақылдардың әсерінен бидай дәніндегі ақуыз мен ақұлпа мөлшері өзгереді және оның сапасының маңызды көрсеткіштері. Зерттеу жылдарында ақуыздың орташа мөлшері асбұршақта (14,8%), түйежоңышқада (15,5%), минималды сүрі жерда және жасымық (15,1%) жақсы деңгейде деректер алынды, ал дәнді, бұршақ тұқымдастардан, майлы дақылдардан және басқа дақылдардан кейін анықталынып (14,0-14,6 %) және біршама осы варианттарда өзгеріп өзгеріп отырады. Бір орында үзіліссіз өсірілетін жаздық бидайға гербицидтер мен тыңайтқыштарды ешқашан қолданбаған нұсқасында (13,1%) ақуыз мөлшері азаиады, ал Бір орында үзіліссіз өсірілетін жаздық бидайға гербицидтер мен тыңайтқыштарды тұрақты қолдану нұсқасында (13,7 %) жоғары болды. Жаздық бидай дәніндегі ақ ұлпа мөлшері барлық алғы дақылдар бойынша 29,1 - ден 34,0% - ға дейін жоғары болды, ең азы бір орында үзіліссіз өсірілетін жаздық бидайға гербицидтер мен тыңайтқыштарды қолданбаған нұсқасында 25,4% құрады. Алынған 6 жылдағы орташа мәліметтер бойынша 1000 дәннің массасына қатыстылығы дақылдар арасындағы шамалы айырмашылықты атап өткен жөн. Осы көрсеткіш 32,7 мен 35,4 грамм арасында өзгерді. Алайда, зерттелген алғы дақылдар ішінде ең үлкен тұқымдарды түйежоңышқа алғы дақылы құрады. Орташа алғанда, 6 жыл ішінде бидай дәніндегі 1000 дәннің массасы 37,3 г болды немесе бақылаудағы таза сүрі жер танабынан 1,4 граммға асты (4-кесте).

Таза сүрі жер мен және сидералды сүрі жер бойынша астықтың натурасы басқа алғы дақылдарға қарағанда жоғары болды (797-801 г/л). Басқа әртүрлі алғы дақылдарда бұл көрсеткіш 782-795 г/л құрады. Әр түрлі алғы дақылдардағы астықтың шынылығы жақсы көрсеткіштерді көрсетті және жаздық бидай дәнінде 38 ден 53% аралығында өзгерді. Химияландыру құралдарынсыз ауыспалы егістен алынған астықтың шынылылығы ауыспалы егісте орналастырылған бидай дәндеріне қарағанда 37% - ға дейін айтарлықтай төмен.

Осылайша, әр түрлі алғы дақылдардан кейін алынған 6 жылдық зерттеулердің нәтижесінде, астықтың сапалық көрсеткіштерін жақсарту мақсатында минималды, сидералды, таза сүрі жер танабы және бұршақ дақылдары (бұршақ, жасымық) – өте жақсы болса, ал майлы дақылдар мен басқа алғы дақылдар далалық ауыспалы егістің әртүрлі саласы мен түрлерінде аталған көрсеткіш бойынша жақсы көрсеткішпен ерекшеленді. Ақмола облысы аумағының биоклиматтық әлеуеті жаздық бидайдың сапалы астығын алуға ықпал етеді. Ауыл шаруашылығы өндірісінің әлеуетін шектейтін ауыл шаруашылығы саласы экономикасының тиімділігін арттыру факторларының бірі облыстың топырақ-климаттық аймақтары бойынша өсімдік шаруашылығын атаулы (адресті) әртараптандыру болып табылады. Өндірістегі экономикалық көрсеткіштерді дұрыс бағалау еңбек өнімділігінің артуына, ауыл шаруашылығы өнімінің өндірілген өзіндік құнының төмендеуіне ықпал етеді.

4-кесте – Әр түрлі алғы дақылдар бойынша алынған жаздық бидай дәнінің сапасының

деректері

Алғы дақылдар	Жаздық бидай дәнінің						
	Ақуызы, %	Натурасы, г/л	Шыныдығы,%	1000 дәннің массасы, г	Ақ ұлпасы,%	ИДК бірлігі	Класс
Таза сүрі жер танабы	14,9	797	52	35,9	32,2	64	1
Минималды сүрі жер	15,1	793	45	35,2	32	73	1
Сұлы	14, 0	789	41	34,9	29,2	71	2
Асбұршақ	14,8	791	46	34,2	31,2	73	1
Қыша	14,0	790	43	34,5	29,8	73	2
Жаздық рапс	14,3	788	43	33,3	33,2	76	2
Майлы зығыр	14,6	792	38	35,2	30,6	73	2
Жасымық	15,1	791	50	34,5	31,7	72	1
Жүгері	14,4	790	42	35,4	30,7	72	1
Күнбағыс	14,1	795	46	34,1	30,7	71	1
Түйежоңышқа	15,5	802	53	37,3	34	72	1
Бір орында үзіліссіз өсірілетін жаздық бидайға гербицидтер мен тыңайтқыштарды қолдану	13,8	792	47	33,1	29,1	72	2
Бір орында үзіліссіз өсірілетін жаздық бидайға гербицидтер мен тыңайтқыштарды қолданбау	13,1	784	37	32,1	25,4	68	3

Экономикалық тиімділікті бағалау үшін 1 тонна өнімнің құны, ауыспалы егіс көлемінің 1 га кеткен шығындар және ауыспалы егіс көлемінің 1 га ақшалай таза пайда сияқты көрсеткіштер қолданылады. Экономикалық тиімділік бойынша есептеулер әр түрлі дақылдардың ауысуымен ауыспалы егістің әр саласы түрлерінде дәнді, дәнді-бұршақты және майлы дақылдардың нарықтағы жоғары бағасының болуына, сондай-ақ жаздық бидай дәнінің әр түрлі алғы дақылдардан кейін өте жақсы сапасына байланысты ауытқулар бар екенін көрсетеді. Есептеу әдісімен әр түрлі ауыспалы егістердің 1 га көлеміне орташа есеппен 6 жыл ішінде 1 га кеткен шығындар, 1т өндірілген өнімнің құны 84500,0 ден 127300,0 теңге аралығын құрағаны анықталып, ал 1 га ауыспалы егіс көлемінен алынған таза пайда 6200,0 - 27300,0 тг деңгейінде болды (кесте-5).

5- кесте – Әр түрлі ауыспалы егістердің түрлерінің экономикалық тиімділігі

Ауыспалы егістер	1т өндірілген өнімнің құны, теңге	1 га ауыспалы егіс көлеміне кеткен шығындар, теңге	1 га ауыспалы егіс көлемінен алынған таза пайда, теңге
1	**2**	**3**	**4**
4-танапты астықты-сүрі жерлі ауыспалы егіс: таза сүрі жер танабы-жаздық бидай-жаздық бидай - жаздық бидай	84500,0	78200,0	6300,0
4-танапты астықты ауыспалы егіс: сұлы-жаздық бидай-жаздық бидай-арпа	84800,0	78600,0	6200,0
4-танапты астықты ауыспалы егіс: күнбағыс-жаздық бидай-жаздық бидай-арпа	98600,0	86400,0	12200,0
4-танапты отамалы ауыспалы егіс: сұлы-жаздық бидай-жаздық бидай-арпа	88200,0	79300,0	8900,0
4-танапты өнімді ауыспалы егіс: қыша-жаздық бидай-асбұршақ-жаздық бидай-арпа	127300,0	101200,0	26100,0
4-танапты өнімді ауыспалы егіс: зығыр-	126700,0	99400,0	27300,0

жаздық бидай-асбұршақ-жаздық бидай-			
Бір орында үзіліссіз өсірілетін жаздық бидайға гербицидтер мен тыңайтқыштарды қолдану	85400,0	77300,0	8100,0

Қорытындылар мен ұсыныстар. Әр түрлі саладағы ауыспалы егіс түрлеріндегі егістікті тиімді пайдалану өндіріс жағдайында егістік алқаптарының құрылымындағы кеңістік пен кезеңдерде дақылдардың дұрыс ауысуын шешуге мүмкіндік береді.

Солтүстік Қазақстанның құрғақ жағдайындағы далалық ауыспалы егістерді салыстырмалы бағалау жөніндегі зерттеулердің нәтижелері өндірістік жағдайларда ауыспалы егістердің тиімді кестелері мен жүйелерін құрастыруда, өңірдегі егіншілік жүйесін ұйымдастыруды қайта құруда болатын қиындықтардың туындайтынын көрсетеді.

Осылайша, Солтүстік Қазақстанның құрғақ жағдайында ауыспалы егіс ротациясында өнімді дақылдардың ауысуы заңының талаптарын және оның белгілі бір бәсекеге қабілетті нарықтық мәдениетінің оңтайлы қанығу дәрежесін сақтау қажет. Бұл әсіресе нарықтық жағдайда өте маңызды, өйткені әр түрлі мәдени дақылдардың бір бірімен әр түрлі арақатынасы, олардың дұрыс ауысу тәртібі және ауыспалы егістің өнімділігіне белгілі бір әсер ететін және ауыспалы егістегі бұрынғы орнына қайтадан оралу мерзіміне байланысты болады.

Майлы, бұршақты, жарма және мал азықтық дақылдарының егістік көлемін біртіндеп кеңейту өңірлердегі фермерлік (шаруа) қожалықтарының қаржылық мүмкіндіктерін тұрақтандырудың бір әдісі болып табылады.

Осылайша, ауыспалы егіс жүйесіндегі егістік құрылымын одан әрі жақсарту үшін өңірлердегі ауыл шаруашылық дақылдарын, әсіресе дағдарыс немесе нарық жағдайында, өздерінің табиғи әлеуетін толық пайдалана алады. Егіс алқаптарының құрылымында бидайдан бұрын майлы және бұршақты дақылдар егіледі, бұл егіс науқанының мерзімін ұзартады және егін себу жұмыс қарқындылығын төмендетеді. Жоғарыда аталған дақылдардың әлемдік нарықтағы бағасы бидайға қарағанда 2-3 есе қымбат тұрады. Бұдан басқа, мал шаруашылығы саласы егіс алқаптарының құрылымында біржылдық және көпжылдық дақылдарды ұлғайту жолымен арзан мал азықпен қамтамасыз етілуі мүмкін болады.

Зерттеулерді қаржыландыру. Зерттеулер 2024-2026 жылдары Ауыл шаруашылығы министрлігінің BR22885719 «Қазақстанның әртүрлі топырақ-климаттық аймақтары үшін өзгермелі климат жағдайында ауыл шаруашылығы өнімдерін тиімді өндіру үшін тұрақты егіншілік жүйелерін әзірлеу және енгізу» ғылыми техникалық бағдарламасы аясында көпжылдық ғылыми зерттеулер мен жұмыстардың нәтижелерін орындау негізінде дайындалды.

Әдебиеттер

[1] **Сулейменов, М.К.** Сберегающее плодосменное земледелие Северного Казахстана. // Новости науки Казахстана, 2013. – №4 (118). – С.9-27.

[2] **Бараев, А.И.** Избранные труды. I-й том // Министерство сельского хозяйства РК, АО «КазАгроИнновация», Казахский научно-исследовательский институт зернового хозяйства им. А.И. Бараева. 2008. – С. 389.

[3] **Бараев, А.И**. Целина и наука. Вестник сельскохозяйственной науки, 1961. – № 1. – С.3-8

[4] Рекомендации по дальнейшему развитию сельского хозяйства целинных районов Северного Казахстана // Одобрены научной сессией ВАСХНИЛ 22-24 июля 1974 г. – Москва: «Колос», 1975. – С. 164.

[5] **Ахметов, К.А**., Канафин Б., Киясов А.А. Урожайность яровой пшеницы и плодородие почвы при многолетнем использовании в пашне пшенично-паровых севооборотов // Почвозащитная система земледелия и зерновое производство на Евразийском континенте в XXI веке: Тезисы докладов международной научно-теоретический конференция посвященной 90-летию со дня рождения акад. А.И. Бараева. – Новосибирск, 1998. – С.46-47.

[6] **Қияс, А.А.,** Ахметова А.К. Бессменное возделывание яровой пшеницы на южных черноземах акмолинской области. Сборник статей "Инновационные процессы в сельском хозяйстве". РУДН, 2023. – Москва, 20-21 апреля 2023г. – С. 330-334

[7] А.И. Бараев атындағы АШҒӨО, Ақмола облысы топырақ-климаттық аймақтарында 2022 жылы ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімін жинауды жүргізудің ерекшеліктері және топырақ дайындаудың негізгі элементтері // Ұсынымдар. – Шортанды, 2022. – 44 б

[8] **Сулейменов, М.К.** Перспективы беспарового земледелия в Северном Казахстане // Вестник с.-х. Науки, 1991. – № 8. – С.19-25

[9] **Сулейменов, М.К**. // какому быть полю. – Алма-Ата: Кайнар, 1991. – 248

[10] **Сулейменов М.К.** Проблемы перехода на плодосменную систему земледелия на черноземах Северного Казахстана // Современные проблемы почвозащитного земледелия и пути повышения устойчивости зернового производства в степных регионах: Сб. докладов международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию РГП «НПЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева» МСХ РК. – Шортанды, – 2006. – С.31-40.

[11] **Сулейменов М.К.**, Кияс А. Эффективность плодосмена в ресурсосберегающем степном земледелии//Диверсификация культур и нулевые технологии в засушливых регионах: Международная конференция. – 31 июля – 1 августа 2013 года. – Шортанды, 2006. – С.15 - 21.

[12] **Kaldybaev, S.Z.** Nurseitov B., Sapaev Kh., Namazov, M., Khodzhasov. Adaptive landscape reclamation in Central Asia and Kazakhstan and their environmental estimation. AIP Conf. Proc. 16 June 2022; 2432 (1): 040016. https://doi.org/10.1063/5.0089960

[13] **Follett, R.F.,** 2001. Soil management concepts and carbon sequestration in cropland soils. Soil and Tillage Research 61(1-2): 77–92. https://doi.org/10.1016/S0167-1987(01)00180-5

[14] **Dimassi, B.,** Cohan J.P., Labreuche J., Mary B. 2013. Changes in soil carbon and nitrogen following tillage conversion.in a long-term experiment in Northern France. Agriculture, Ecosystems & Environment 169: 12–20. https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.01.012

[15] **Zaitsev A.M.,** Kovalenko A.N 2014. The influence of crop predecessor and chemicalization levels on grain quality and spring wheat productivity. Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 548, Biodiversity and Ecosystem Stability. https://doi.org.10.1088/1755-1315/548/7/072014

[16] **Luo, Z.,** Wang E., Sun O., 2010. Can no-tillage stimulate carbon sequestration in agricultural soils? A meta-analysis of paired experiments. Agriculture, Ecosystems & Environment 139 (1-2): 224–231. https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.08.006

[17] **Bahri, H.,** Annabi M., M'Hamed C.H., Frija A., 2019. Assessing the long-term impact of conservation agriculture on wheat-based systems in Tunisia using APSIM simulations under a climate change context. Science of The Total Environment 692: 1223–1233. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.307

[18] **Savić J,** Aćin V, Mirosavljević M, et al. Soybean pre-crop effect on winter wheat grain yield and micronutrient density: Insights from a long-term crop rotation experiment without fertilization. The Journal of Agricultural Science. Published online 2025:1-8. https://doi.org/10.1017/S0021859625100452

References:

[1] **Sulejmenov, M.K.** Sberegajushhee plodosmennoe zemledelie Severnogo Kazahstana. // Novosti nauki Kazahstana, 2013. – №4 (118). – S.9-27 [in Russian].

[2] **Baraev, A.I.** Izbrannye trudy. I-j tom // Ministerstvo sel'skogo hozjajstva RK, AO «KazAgroInnovacija», Kazahskij nauchno-issledovatel'skij institut zernovogo hozjajstva im. A.I. Baraeva. 2008. – S. 389. [in Russian].

[3] **Baraev, A.I.** Celina i nauka. Vestnik sel'skohozjajstvennoj nauki, 1961. – № 1. – S.3-8 [in Russian].

[4] Rekomendacii po dal'nejshemu razvitiju sel'skogo hozjajstva celinnyh rajonov Severnogo Kazahstana // Odobreny nauchnoj sessiej VASHNIL 22-24 ijulja 1974 g. – Moskva: «Kolos», 1975. – S. 164. [in Russian].

[5] **Ahmetov, K.A.,** Kanafin B., Kijasov A.A. Urozhajnost' jarovoj pshenicy i plodorodie pochvy pri mnogoletnem ispol'zovanii v pashne pshenichno-parovyh sevooborotov // Pochvozashhitnaja sistema zemledelija i zernovoe proizvodstvo na Evrazijskom kontinente v HHI veke: Tezisy dokladov mezhdunarodnoj nauchno-teoreticheskij konferencija posvjashhennoj 90-letiju so dnja rozhdenija akad. A.I. Baraeva. – Novosibirsk, 1998. – S.46-47. [in Russian].

[6] **Qijas, A.A.,** Ahmetova A.K. Bessmennoe vozdelyvanie jarovoj pshenicy na juzhnyh

chernozemah akmolinskoj oblasti. Sbornik statej "Innovacionnye processy v sel'skom hozjajstve". RUDN, 2023. – Moskva, 20-21 aprelja 2023g. – S. 330-334 [in Russian].

[7] A.I. Baraev atyndagy AShGӨO, Aqmola oblysy topyraq-klimattyq ajmaqtarynda 2022 zhyly auyl sharuashylyғy daqyldarynyn өnimin zhinaudy zhyrgizudin erekshelikteri zhəne topyraq dajyndaudyn negizgi jelementteri // Ұsynymdar. – Shortandy, 2022. – 44 b [in Kazakh].

[8] **Sulejmenov, M.K.** Perspektivy besparovogo zemledelija v Severnom Kazahstane // Vestnik s.-h. Nauki, 1991. – № 8. – S.19-25 [in Russian].

[9] **Sulejmenov, M.K**. // kakomu byt' polju. – Alma-Ata: Kajnar, 1991. – 248 [in Russian].

[10] Sulejmenov M.K. Problemy perehoda na plodosmennuju sistemu zemledelija na chernozemah Severnogo Kazahstana // Sovremennye problemy pochvozashhitnogo zemledelija i puti povyshenija ustojchivosti zernovogo proizvodstva v stepnyh regionah: Sb. dokladov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhennoj 50-letiju RGP «NPC zernovogo hozjajstva im. A.I. Baraeva» MSH RK. – Shortandy, – 2006. – S.31-40. [in Russian].

[11] **Sulejmenov M.K.,** Kijas A. Jeffektivnost' plodosmena v resursosberegajushhem stepnom zemledelii//Diversifikacija kul'tur i nulevye tehnologii v zasushlivyh regionah: Mezhdunarodnaja konferencija. – 31 ijulja – 1 avgusta 2013 goda. – Shortandy, 2006. – S.15 - 21. [in Russian].

[12] **Kaldybaev, S.Z.** Nurseitov B., Sapaev Kh., Namazov, M., Khodzhasov. Adaptive landscape reclamation in Central Asia and Kazakhstan and their environmental estimation. AIP Conf. Proc. 16 June 2022; 2432 (1): 040016. https://doi.org/10.1063/5.0089960

[13] **Follett, R.F.,** 2001. Soil management concepts and carbon sequestration in cropland soils. Soil and Tillage Research 61(1-2): 77–92. https://doi.org/10.1016/S0167-1987(01)00180-5

[14] **Dimassi, B.,** Cohan J.P., Labreuche J., Mary B. 2013. Changes in soil carbon and nitrogen following tillage conversion.in a long-term experiment in Northern France. Agriculture, Ecosystems & Environment 169: 12–20. https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.01.012

[15] **Zaitsev A.M.,** Kovalenko A.N 2014. The influence of crop predecessor and chemicalization levels on grain quality and spring wheat productivity. Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 548, Biodiversity and Ecosystem Stability. https://doi.org.10.1088/1755-1315/548/7/072014

[16] **Luo, Z.,** Wang E., Sun O., 2010. Can no-tillage stimulate carbon sequestration in agricultural soils? A meta-analysis of paired experiments. Agriculture, Ecosystems & Environment 139 (1-2): 224–231. https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.08.006

[17] **Bahri, H.,** Annabi M., M'Hamed C.H., Frija A., 2019. Assessing the long-term impact of conservation agriculture on wheat-based systems in Tunisia using APSIM simulations under a climate change context. Science of The Total Environment 692: 1223–1233. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.307

[18] **Savić J,** Aćin V, Mirosavljević M, et al. Soybean pre-crop effect on winter wheat grain yield and micronutrient density: Insights from a long-term crop rotation experiment without fertilization. The Journal of Agricultural Science. Published online 2025:1-8. https://doi.org/10.1017/S0021859625100452

РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТОВ В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Кияс А.А., заведующий лабораторией севооборотов
Ахметова Г.К.[*]**,** PhD, старший научный сотрудник

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева», Шортанды, Казахстан

Аннотация. Впервые была дана сравнительная оценка нескольких новых различных видов полевых севооборотах в условиях засушливой степной зоны Северного Казахстана. Рациональное использование, дальнейшее совершенствование структуры посевов и диверсификация системы севооборотов с применением посевов на сельскохозяйственных угодий в различных собственников (форм) на землях областей северных регионов республики. Рациональное чередование и размещение сельскохозяйственных культур на различных полевых севооборотах, а также эффективное использование агроклиматического и биологического потенциала растений и культур, произрастающих использование в сельском хозяйстве. В научной статье на основе научных исследований, проведенных длительным в многолетнем стационаре (участке) лаборатории

севооборотов, были выявлены наиболее перспективные и конкурентоспособные на рынке схемы полевых севооборотов, возделывание которых на практике в структуре посевных площадей с различными сельскохозяйственными доходными культурами, особенно с использованием экономичных недорогих низкозатратных рентабельных культур, использование ресурсосберегающих и влагосберегающих, применяемых технологий в производстве и растениеводческой отрасли позволяет повысить качество и урожайность сельскохояйственной продукции и урожайность и продуктивность севооборотов.

Ключевые слова: севооборот, чистый пар, минимальный пар, сидеральный пар, яровая пшеница, урожайность, качество зерна, экономическая эффективность.

COMPARATIVE ASSESSMENT RESULTS OF DIFFERENT FIELD OF CROP ROTATIONS IN THE ARID CONDITIONS OF NORTH KAZAKHSTAN

Kiyas A.A., Head of the Crop Rotation Laboratory
Akhmetova G.K.*, PhD, Senior Researcher

A.I. Barayev Scientific and Production Center of Grain Production", LLP, Shortandy, Kazakhstan

Annotation. A comparative assessment of different field crop-rotation systems was conducted in the dry-steppe zone of Northern Kazakhstan during 2019–2024 at the long-term experimental station of the A.I. Barayev “Scientific and Production Center for Grain Farming” (Shortandy district, Akmola region). The experiment was arranged in three replications, with plot size ranging from 240 to 600 m². The soil was a southern carbonate heavy loam chernozem (pH 7.7–8.1), with humus content of 3.56–3.94% in the 0–20 cm layer. Grain–fallow and non-fallow grain crop rotations, soil clover rotations including high-margin crops, and green-manured crop rotations were evaluated in terms of yield, grain quality, and economic performance. The highest spring wheat yield was obtained after sweet clover, reaching 20.4 c/ha, while wheat after minimum fallow and clean fallow yielded 18.9 and 18.3 c/ha, respectively. The greatest green biomass output was recorded in occupied fallow, averaging 240.2 c/ha. In terms of grain quality, wheat grown after sweet clover showed superior parameters: protein content 15.5%, grain-unit 802 g/L, and grain-hardness 53%. Economic analysis indicated that net profit per hectare of rotation area ranged from 6,200 to 27,300 KZT, with the highest profitability achieved in productive rotations involving flax and pea. Overall, diversification of cropping patterns and rational crop sequencing improved yield stability and enhanced the economic sustainability of farms under drought-prone conditions.

Keywords: crop rotations, bare fallow, minimum fallow, green-manured fallow, spring wheat, yield, grain quality, economic efficiency.

МРНТИ 68.35.29 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.356

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ЗИМОСТОЙКОСТИ И АГРОНОМИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Моргунов А.И.[1], кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник
alexey.morgounov@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-7903-3467
Савин Т.В.[1] кандидат биологических наук, научный сотрудник
savintimur_83@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-3550-647X
Джиенбаева К.Б.[2,5*], научный сотрудник
karla75@list.ru, https://orcid.org/0000-0002-7426-4207
Искаков Т. К.[3], старший научный сотрудник
timur_iskakov_75@mail.ru, https://orcid.org/0009-0006-5053-327X
Федоренко Е.Н.[4], научный сотрудник
efedorenko2015@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-4117-5259

[1]ТОО «НПЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева», п.Шортанды, Казахстан
ТОО «Казахский НИИ земледелия и растениеводства», п. Алмалыбак, Казахстан
[3]ТОО «Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция», п. Научное, Казахстан
[4]ТОО «Северо-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция», п. Шагалалы, Казахстан
[5]Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г.Алматы, Казахстан

Аннотация. Проведённая за два сезона (2023–24 и 2024–25) оценка глобальной коллекции из 284 образцов озимой пшеницы различного географического происхождения в условиях Северного Казахстана позволила получить комплексную характеристику изучаемого материала по признакам адаптации и продуктивности. Установлено, что зимостойкость является ключевым лимитирующим фактором для возделывания озимой пшеницы в регионе. Условия двух сезонов существенно различались: зима 2023–24 гг. была близка к средним многолетним значениям, тогда как зима 2024–25 гг. оказалась значительно теплее, что обеспечило разностороннюю оценку материала. Высокую зимостойкость в оба года показали генотипы из Национального центра зерна (Краснодар), Донского селекцентра, Омского ГАУ, сибирских селекционных программ, а также ряд линий из университетов штата Канзас (США). Материал турецкого происхождения (НИИСХ региона Тракия и НИИСХ им. Б. Дадаша) продемонстрировал низкую зимостойкость и ограниченную перспективу для условий региона. Средне- и короткостебельные сорта из России и США не уступали высокорослым местным сортам по продуктивности, а корреляция между высотой и зимостойкостью оказалась недостоверной. Аналогично не выявлено тесной зависимости между скороспелостью и зимостойкостью. Ряд американских сортов и линий сочетал оба признака и показал высокую урожайность. По результатам двухлетней оценки отобраны 20 лучших образцов с зимостойкостью не ниже лучшего стандарта (сорт Скипетр) и высокой продуктивностью. Особого внимания заслуживают сорт Жива (НЦЗ, Краснодар), линии из Канзасского университета с высокой устойчивостью к бурой ржавчине, а также линии Омского ГАУ от скрещиваний с синтетической пшеницей, отличающиеся крупным зерном. Выделенный материал существенно расширяет генетическое и фенотипическое разнообразие, доступное для селекции озимой пшеницы в Северном Казахстане, и может быть использован в качестве родительских форм на Карабалыкской СХОС и в других учреждениях.

Ключевые слова: пшеница, селекция, взаимодействие генотип-среда, морозостойкость, продуктивность.

Введение. Пшеница – основная культура, возделываемая на севере Казахстана с общей площадью 12 млн га. Средняя урожайность варьирует около 12-15 ц/га в зависимости от года. По данным ФАО (FAOSTAT) при ежегодном производстве 12-15 млн т зерна, порядка 5-6 млн т зерна и 1,5-2,0 млн тонн муки экспортируется. Казахстан полностью обеспечивает себя зерном пшеницы и более 50% запасов экспортирует, таким образом внося свой вклад в региональную и глобальную продовольственную безопасность. Яровая пшеница доминирует в производстве северного региона, занимая около 95 % всех посевов. По данным Бюро национальной статистики РК (https://stat.gov.kz/ru/) в 2025 году озимой пшеницы было посеяно в Акмолинской области – 604 га, Костанайской – 5 331 га и в Северо-Казахстанской

– 4 115 га. Для сравнения по соседним областям Российской Федерации озимая пшеница в 2022 году занимала 7 300 га в Челябинской области, 6 000 га в Курганской, 10 800 га в Омской и 159 700 га в Алтайском крае (https://rosstat.gov.ru/). Возделывание озимой пшеницы в Сибирском регионе России расширяется и приобретает все большую значимость для производства зерна пшеницы [1]. Это связано с тем, что озимая пшеница, как правило, более урожайна в сравнении с яровой, а также позволяет производственникам использовать полевую технику более эффективно за счет расширении периода ее использования. Возделывание озимой пшеницы повышает диверсификацию культур, что способствует адаптации растениеводства к изменению климата. В Северном Казахстане озимая пшеница пока не заняла существенную площадь.

Возделывание озимой пшеницы связано с определенными рисками. В первую очередь, весной это единственная зеленая культура в поле и широкий набор болезней и вредителей наносит ей ущерб [2]. Среди болезней это бурая и стеблевая ржавчины. Среди вредителей полевые блохи, трипсы, скрыто стебельные насекомые и в последние 2-3 года – пшеничный завитушный клещ – переносчик вирусов пшеницы [3]. Во-вторых, минимум четыре абиотических стресса могут снизить урожайность озимых: осенняя засуха, низкие температуры зимой, особенно при малом снежном покрове, попеременное оттаивание и замерзание почвы весной и засуха весной при развитии зерновых [4].

Ключевое значение в расширении производства озимой пшеницы имеют современные сорта, способные противостоять абиотическим стрессам, вредителям и болезням и обеспечивающие стабильную урожайность высокого качества. Селекция озимой пшеницы в Казахстане ведется на юго-востоке в КазНИИЗиР (Алматы), на юге в Красноводопадской СХОС, на востоке в Восточно-Казахстанской СХОС и на севере на Карабалыкской СХОС. Только последнее учреждение реально расположено в почвенно-климатических условиях северного региона и создает сорта, приспособленные для Костанайской, Северо-Казахстанской и Акмолинской областей. В Казахстане районировано более 77 сортов озимой пшеницы, но только пять сортов официально районированы для условий Севера [5], включая Мироновскую 808 районированную в 1965 году.

Основные этапы селекции озимой пшеницы в Казахстане представлены в основополагающем издании World Wheat Book [6,7]. Селекция озимой пшеницы началась в Казахстане в 1930х годах в Казахском НИИ Земледелия и Растениеводства (КИЗ) в п. Алмалыбак недалеко от Алматы. К 1970-м годам сформировалась современная селекционная программа. За весь период селекции создано более 30 сортов, которые успешно возделываются в южном и юго-восточном регионах. Тем не менее, несмотря на многочисленные попытки, сорта озимой пшеницы КИЗа не адаптировались к суровым условиям севера Казахстана.

История селекции озимой пшеницы в Северном Казахстане и Сибири представлена в обзоре Бурякова [8]. Целенаправленная работа по продвижению озимой пшеницы в эти районы была проведена в начале прошлого века в Западно-Сибирской селекционной станции (г. Омск), основанной в 1918 г. За период с 1919 по 1929 гг. было испытано свыше 2 тыс. инорайонных сортов. Однако ни один из них не гарантировал надежную перезимовку растений. В течение пяти лет из десяти отмечалась полная гибель всех изучавшихся сортов. В тридцатые годы развертывается селекционная работа с этой культурой в ряде областей Северного Казахстана, в том числе на Карагандинской опытной станции и на Шортандинском опытном поле. Новым этапом в селекции озимой пшеницы явилось изучение обширной коллекции ВИР и использование гибридизации. В Казахстане на Карагандинской СХОС был создан один из эталонов зимостойкости – сорт Алабасская . Сочетанием высокой зимостойкости с урожайностью, скороспелостью и качеством зерна отличался и первый сорт озимой пшеницы Шортандинской опытной станции – Бабаевка. Тем не менее со временем работы по озимой пшенице в Шортандах и Караганде были прекращены.

Селекционная работа по озимой пшенице на Карабалыкской СХОС привела к созданию высокозимостойких, адаптированных к жестким условиям местного климата

сортам озимой пшеницы Комсомольская 56 и Комсомольская 75 [8]. С 2010 года по Восточно-Казахстанской, Северо-Казахстанской и Костанайской областям районирован сорт Карабалыкская озимая [5]. С 2016 в Государственный реестр селекционных достижений РК внесен сорт Карабалыкская 101. В Государственном сортоиспытании находятся сорта озимой мягкой пшеницы Карабалыкской селекции Аяз, Белоглинка, Зере, Герда [9]. Тем не менее, в сравнении с яровой пшеницей набор местных сортов озимой очень мал. В научном плане в литературе практически отсутствуют работы по озимой пшенице на Севере Казахстана.

В научном плане идут интенсивные работы по идентификации генетических факторов, контролирующих морозостойкость и зимостойкость в Турции [10], Иране [11], Китае [12] и Скандинавии [13]. Интенсивно изучаются физиологические механизмы устойчивости озимой пшеницы к абиотическим стрессам, в том числе и низким температурам [14, 15]. К сожалению, вопросы адаптации озимой пшеницы к условиям Северного Казахстана остаются мало изученными.

С 2020х годов научные учреждения Казахстана установили сотрудничество с селекционными программами озимой пшеницы США (Университеты штатов Небраска, Монтана, Оклахома, Канзас и Колорадо) и России (Национальный центр зерна в Краснодаре, Омский гос. аграрный университет), откуда получен современный материал, включая сорта и селекционные линии. Отдел Генофонда Казахского НИИ земледелия и растениеводства любезно представил материал озимой пшеницы, полученный из Международного центра улучшения кукурузы и пшеницы (СИММИТ) в Турции и из регионов со сходной экологией. Всего было получено более 280 образцов глобальной коллекции озимой пшеницы для изучения в условиях Северного Казахстана. Цель исследований – всесторонняя оценка данной коллекции озимой пшеницы в условиях Казахстана по признакам, адаптивности, в первую очередь, зимостойкости и продуктивности и отбор перспективного материала для селекции данной культуры.

Материал и методы исследований. *Материал исследований.* Коллекция генетических ресурсов включала 284 образца из 8 стран в 2024 году (Таблица 1). По результатам оценки часть образцов были выбракованы в основном ввиду низкой зимостойкости и 171 образец были включены в оценку в 2025 году.

Таблица 1 – Происхождение генетических ресурсов, включенных в исследование, 2024-25 гг.

Регион	Страна, штат, область	Селекционная программа	Число изученных образцов:	
			2023-24	**2024-25**
Казахстан-Север	Костанай	Карабалыкская СХОС	20	10
Россия-Юг	Краснодар	Национальный центр зерна	36	23
	Ростов	Донской селекцентр	15	13
Россия-Сибирь	Омск	Омский ГАУ	12	8
	Омск, Курган	Курганский НИИСХ, Омский АНЦ	12	10
Восточная Европа	Болгария, Венгрия, Украина	Несколько программ	11	11
	Турция, Тракия	НИИСХ региона Тракия	10	10
Западная Азия	Иран, Турция	Несколько программ	18	12
	Турция, Кония	НИИСХ им. Б. Дадаша	67	13
США	Колорадо	Унив-т шт. Колорадо	6	5
	Канзас	Унив-т шт. Канзас	24	19
	Вашингтон	Унив-т шт. Вашингтон	6	4
	Монтана	Унив-т шт. Монтана	15	7
	Оклахома	Унив-т шт. Оклахома	17	14
	Небраска	Унив-т шт. Небраска	14	11
Всего			284	171

Материал исследований был представлен из более чем 20 селекционных программ и включал районированные сорта, новые сорта и селекционные линии. Более 70% изучаемого материала было получено напрямую от селекционных программ.

Полевые опыты. Фенотипирование и агрономическая оценка коллекции проводилась в течение двух сезонов озимой пшеницы (2023-24 и 2024-25) в трех научных учреждениях на Севере Казахстана (НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева, Карабалыкская и Северо-Казахстанская СХОС) и на Юго-Востоке в Казахском НИИЗиР. Доминирующий тип почвы в Северном регионе – чернозем с содержанием гумуса 3-5%, на Юго-Востоке - светло-каштановая почва с содержанием гумуса 2-3%. Агротехника опытов отражала общую региональную практику возделывания данной культуры: посев в первой половине сентября по пару, подкормка азотными удобрениями в дозе N30 весной, химическая защита от сорняков с помощью гербицидов. Площадь делянки составляла 1 $м^2$ в 2024 году и 3 $м^2$ в 2025 году, без повторности. Стандартом служили два сорта: Стекловидная 24, широко распространённый в южном регионе Казахстана и сорт Скипетр, возделываемый на больших площадях в России и в приграничной к Казахстану зоне. Оценка проводилась по перезимовке, периоду вегетации, высоте растений, устойчивости к болезням, продуктивности колоса и урожайности. При оценке использовали методику, представленную в руководстве СИММИТа по физиологии растений [16]. По полевому опыту 2024 года на Северо-Казахстанской СХОС получены данные перезимовки и устойчивости к болезням, но перед уборкой часть образцов были повреждены птицами и данные продуктивности не учитывались. Здесь же в 2025 году ввиду позднего посева озимая пшеница погибла и данных не получено. Все экспериментальные данные интегрировались и хранятся в программе Эксел. Статистическая обработка проведена путем расчетов стандартного отклонения и ошибок средних значений, коэффициентов корреляций в программе Эксел.

Погодные условия. Среднемноголетние данные показывают, что условия декабря, январи и февраля наиболее суровые и морозные в условиях НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева и Северо-Казахстанской СХОС, в сравнении с Карабалыкской СХОС (Таблица 2). Условия Юго-Востока Казахстана существенно теплее и маловероятно ожидать гибель озимой пшеницы в результате низкой температуры. Зимний сезон 2023-24 года был на уровне и немного холоднее средних многолетних данных. Только температура воздуха в феврале была на 1-2^{o}C ниже средних многолетних. Температура зимних месяцев в 2024-25 году была на 3-5^{o}C выше средних многолетних значений. Апрель, май и июнь – ключевые месяцы для формирования урожайности озимой пшеницы. Температура воздуха в этот период была существенно ниже средних многолетних в 2024 году и выше в 2025 году. В 2024 году выпало значительно больше осадков во всех пунктах проведения опытов, в сравнении с 2025 годом и средними многолетними данными. В условиях НПЦ ЗХ в весенне-летний период 2025 года наблюдалась засуха и количество осадков было в два раза ниже средних многолетних.

Таблица 2 – Среднемесячная температура воздуха и осадки в годы проведения опыта

Месяц	НПЦ ЗХ им. Бараева			КазНИИЗиР			Карабалыкская СХОС			Северо-Казахстанская СХОС		
	2024	2025	См*	2024	2025	См	2024	2025	См	2024	2025	См
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
Температура воздуха, ^{o}C												
Декабрь	-9.9	-9.2	-13.8	12.0	10.9	10.2	-12.9	-7.6	-12.0	-14.2	-6.8	-13.3
Январь	-14.0	-11,0	-16.9	-1.2	-2.6	-6.8	-16.0	-9.1	-15.9	-16.5	-10.8	-16.2
Февраль	-16.3	-11.3	-14.5	-4.0	-1.5	-4.6	-15.0	-10.0	-13.8	-16.3	-10.2	-15.6
Март	-7.1	-4.4	-6.2	5.4	6.2	4.6	-5.3	-1.6	-5.1	-7.2	-3.7	-6.4
Апрель	7.4	10.7	5.5	12.8	15.7	12.5	10.1	11.0	7.1	7.4	10.1	6.0
Май	11.2	17.5	13.6	17.6	20.8	17.2	10.4	16.1	15.4	10.7	15.3	13.6
Июнь	22.6	20.5	18.8	24.5	25.6	22.1	22.8	21.6	21.0	21.1	20.3	18.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Июль	21.7	20.7	20.0	25.0	27.7	24.9	22.4	21.4	22.3	20.0	19.3	20.1
Сезон	3.1	6.3	1.4	10.6	10.7	9.0	3.2	5.0	3.0	2.1	3.9	1.6
Осадки, мм												
Декабрь	29	19	30	65	45	41	60	10	23	44	17	26
Январь	33	41	20	39	34	36	45	21	21	32	22.1	21
Февраль	26	6	18	44	17	44	20	22	21	9	15.8	19
Март	13	19	22	136	77	81	18	2	22	13	25.9	22
Апрель	11	2	21	111	57	107	15	47	25	12	10.7	30
Май	77	8	26	121	80	95	49	93	36	62	50.8	32
Июнь	62	27	36	20	17	53	65	50	42	50	118.0	51
Июль	63	12	55	85	10	40	126	23	64	113	74.0	76
Сезон	360	161	284	819	481	627	549	327	331	493	393	372

* - средние многолетние за 2005-24 гг.

Зимостойкость озимых культур интегральный признак, включающий морозостойкость, устойчивость к возвратным холодам после начала вегетации, устойчивость к выпреванию и поражению специфичными патогенами например снежная плесень), также устойчивость к иным стрессам, ассоциированным с перезимовкой (4). В течение двух сезонов озимой пшеницы основным фактором, влияющим на зимостойкость, были низкие температуры и морозостойкость материала определяла способность к выживанию в течение зимнего периода. В целом условия двух сезонов озимой пшеницы существенно различались, что позволило провести всестороннюю оценку изучаемого материала.

Результаты и обсуждение. *Влияние экологических условия на зимостойкость и проявление хозяйственно-ценных признаков.* В оценке озимой пшеницы все признаки подразделялись на две категории: адаптация, определяющая способность генотипа расти и развиваться в конкретных условиях (скорость развития, высота растений, зимостойкость, устойчивость к болезням) и продуктивность (урожайность и ее компоненты) [17]. В данном исследовании ключевой компонент адаптации озимой пшеницы к суровым условиям Северного Казахстана – перезимовка растений или зимостойкость. В мягких условиях Юго-Востока Казахстана (Каз НИИЗиР) озимая пшеницы хорошо перезимовывала и в 2024 году вымерзания не наблюдалось, а в 2025 году зимостойкость составила 85% (Рисунок 1).

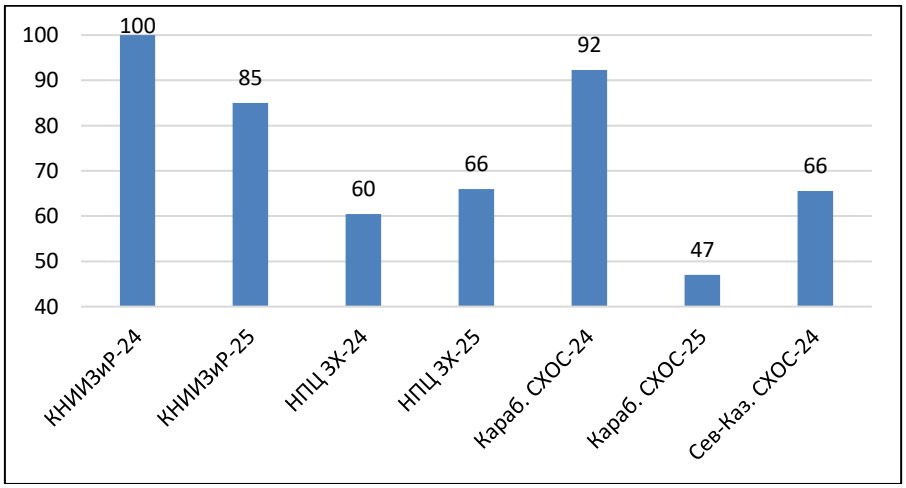


Рисунок 1 – Средняя зимостойкость озимой пшеницы в 4 пунктах оценки в 2024-2025 гг.

В условиях НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева перезимовка составила 60% в 2024 году и 66 – в 2025 году. В условиях Карабылыкской СХОС в 2024 году гибель озимой пшеницы была незначительной (8%), а в 2025 году существенной – 53%. На Северо-Казахстанской СХОС в 2024 году средняя выживаемость всего материала составила 66%. Характерно, что в 2024

году наблюдалась достоверная положительная корреляция между зимостойкостью в разных пунктах оценки: НПЦ ЗХ и Карабалыкская СХОС – +0.30; НПЦ ЗХ и Северо-Казахстанская СХОС – +0.53; Карабалыкская и Северо-Казахстанская СХОС – +0.35. В 2025 году достоверная корреляция между зимостойкостью в НПЦ ЗХ и Карабалыкская СХОС отсутствовала. Возможно, это связано с тем, что в 2025 году использован более генетически более однообразный материал с исключением малозимостойких генотипов по результатам 2026 года. Очевидно, что условия трех селекционных программ имеют определенное сходство в дифференциации материала озимой пшеницы по зимостойкости, которое может варьировать по годам и в зависимости от изучаемого материала.

В полевых опытах наблюдалась высокая изменчивость по признакам адаптации и продуктивности в зависимости от условий возделывания и лет испытания. Средние сроки колошения озимой пшеницы были в 20х числах мая в КазНИИЗиР, в первую декаду июня на Карабалыкской СХОС и во второй декаде июня в НПЦ ЗХ и на Северо-Казахстанской СХОС. Высота растений в 2024 году варьировала от 80 см в Северном регионе до 100 см на Юго-Востоке, в 2025 голу – соответственно 80 и 70 см. В условиях КазНИИЗиР в 2024 году было сильное поражение желтой ржавчиной и умеренное бурой ржавчиной, в 2025 году – умеренное поражение желтой ржавчиной. На Севере сильное поражение бурой ржавчиной отмечено в 2024 году на Карабалыкской СХОС и умеренное на Северо-Казахстанской СХОС. Средняя продуктивность озимой пшеницы превысила 500 г/м^2 в условиях НПЦ ЗХ и 600 г/м2 в условиях КазНИИЗиР. Изменчивость по массе 100 зерен в 2024 году была следующей: НПЦ ЗХ (43.3 г) > КазНИИЗиР (39.1 г) > Северо-Казахстанская СХОС (37.5 г) > Карабалыкская СХОС (33.2 г). Таким образом, условия испытания коллекции генетических ресурсов озимой пшеницы позволили провести всестороннюю оценку по признакам адаптации и продуктивности.

Изменчивость озимой пшеницы разного происхождения по признакам адаптации и продуктивности. Сравнение 15 групп сортов и линий различного географического происхождения по зимостойкости представлено на Рисунке 2.

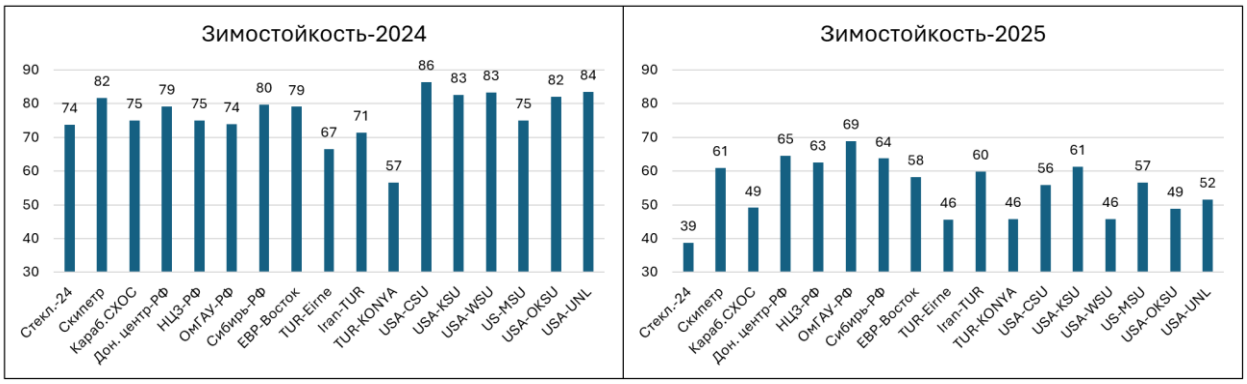


Рисунок 2 – Зимостойкость (% выживших растений) озимой пшеницы различного происхождения в экологических пунктах оценки в 2024 и 2025 гг.

В 2024 году средняя зимостойкость рассчитана по результатам оценки в НПЦ ЗХ им. А.И.Бараева, Карабалыкской и Северо-Казахстанской СХОС; в 2025 году – НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева и Карабалыкской СХОС

Очевидно, что в 2025 году более суровые зимние условия снизили зимостойкость материала несмотря на то, что в 2024 году была проведена браковка 40% материала по данному признаку. Перезимовка стандартного сорта Стекловидная 24 было 74% в 2024 году и 39% в 2025 году. в то время как сорт Скипетр перезимовал на 82 и 61%, соответственно. Две группы материала из Турции в оба года показали низкую перезимовку: сорта и линии из НИИСХ региона Тракия (TUR-Edirne) и НИИСХ им. Б. Дадаша (TUR-Konya). Наверняка они имеют ограниченную перспективу для Северного Казахстана. В 2024 году лучшим по зимостойкости (80% и выше) оказался материал из Сибирских селекционных программ

(Курган и Омск), а также все группы материала из США, кроме Монтаны. В 2025 году высокую зимостойкость (60% и более) показали генетические ресурсы из Донского селекцентра, Национального центра зерна, Омского ГАУ, Сибирских программ, Ирана-Турции и университета штата Канзас. К удивлению, материал из Карабалыкской СХОС немного уступил остальным группам в 2024 году (зимостойкость 75%) и существенно уступил в 2025 году (49%).

Результаты оценки материала по признакам адаптации и продуктивности представлены в таблице 3. Большая часть материала выколашивалась в среднем в середине июня наравне со стандартами. Относительно более скороспелым был материал из США, включая штаты Колорадо, Канзас, Оклахома и Небраска. По высоте растений оба стандарта и весь материал Карабалыкской СХОС оказался высокорослым (более 90 см в среднем по 3 пунктам). Весь остальной материал относился к среднестебельному и короткостебельному типу, причем выделившаяся по зимостойкости группа сортов и линий из штата Канзас была короткостебельной. В 2024 году на Карабалыкской СХОС в сильной степени проявилась бурая ржавчина, причем поражение стандартов превысило 65%.

Таблица 3 – Признаки адаптации и продуктивности у озимой пшеницы различного географического происхождения, 2024-25.

Селекционная программа	Дней до колошения*	Высота растений,см	Бурая ржавчина,%	Зерен в колосе	Масса 1000 зерен, г	
	2024	2024	2024	2024	2024	2025
	4 пункта	3 пункта	Караб. СХОС	2пункта	2 пункта	Алматы
Стекловидная 24 (Ст.)	43.9	93.3	65.6	38.2	43.6	55.3
Скипетр (Ст.)	44.0	92.0	75.0	51.1	43.9	41.2
Карабалыкская СХОС	45.5	95.7	70.0	42.0	36.7	42.9
Донской селекцентр	43.8	71.8	51.7	39.2	36.6	45.3
Нац. центр зерна	45.1	76.0	46.9	43.5	40.4	41.4
Омский ГАУ	43.3	77.1	66.7	40.1	39.4	45.2
Сибирь	44.6	86.5	56.3	42.5	37.1	44.9
Восточная Европа	43.2	76.2	35.5	41.4	39.2	46.0
НИИСХ Тракия	45.8	70.2	77.5	45.4	37.0	47.5
Иран-Турция	44.2	75.4	65.3	37.1	39.9	48.6
НИИСХ им. Б. Дадаша	44.3	80.9	63.4	38.0	38.7	44.0
Унив-т шт. Колорадо	40.7	79.2	54.2	34.6	34.3	40.5
Унив-т шт. Канзас	42.0	70.6	28.5	35.9	35.7	38.7
Унив-т шт. Вашингтон	45.2	72.0	37.5	35.7	36.7	33.3
Унив-т шт. Монтана	43.9	72.7	61.7	36.5	34.3	36.3
Унив-т шт. Оклахома	41.8	76.3	61.8	32.5	37.1	39.5
Унив-т шт. Небраска	41.4	79.2	50.0	35.8	36.6	36.3

* - число дней до колошения с 1 мая.

На фоне высокого поражения, более устойчивыми (среднее поражение 50% и менее) оказался материал из Национального центра зерна России, Восточной Европы, штатов Канзас, Вашингтон и Небраска. Высокой озерненностью колоса (более 40 зерен) характеризовались образцы из Карабалыкской СХОС, Национального центра зерна, Омского ГАУ, Сибири, Восточной Европы и НИИСХ региона Тракия. Американский материал независимо от происхождения имел небольшой колос с малым числом зерен в колосе и относительно мелким зерном с массой 1000 зерен менее 37 г в 2024 г и менее 40 г в 2025 году. При этом стандартный сорт Стекловидная имел массу 1000 зерен 43.6 г в 2024 г и 55.3 г в 2025 году. По крупности зерна в 2024 году выделялся материал Национального центра зерна (масса 1000 зерен более 40 г), а в 2025 году и из Донского селекцентра, Сибири, Восточной Европы и всех регионов Турции (масса 1000 зерен более 44 г). Продуктивность изученного материала существенно варьировала в зависимости от пункта испытания. В

условиях Северного Казахстана (НПЦ ЗХ, 2024 г.) высокую урожайность (более 600 г/м2) показали группы генетических ресурсов из США – штаты Колорадо, Вашингтон, Монтана и Оклахомы.

В КазНИИЗиР в 2025 году лучшим по продуктивности (более 650 г/м^2) был материал из Карабалыкской СХОС, Донского селекцентра, Омского ГАУ, НИИСХ региона Тракия и штата Канзас. Очевидно, что изученный материал имеет хорошую перспективу использования не только для условий Северного Казахстана, но и для Юго-Восточного региона (Рисунок 3).

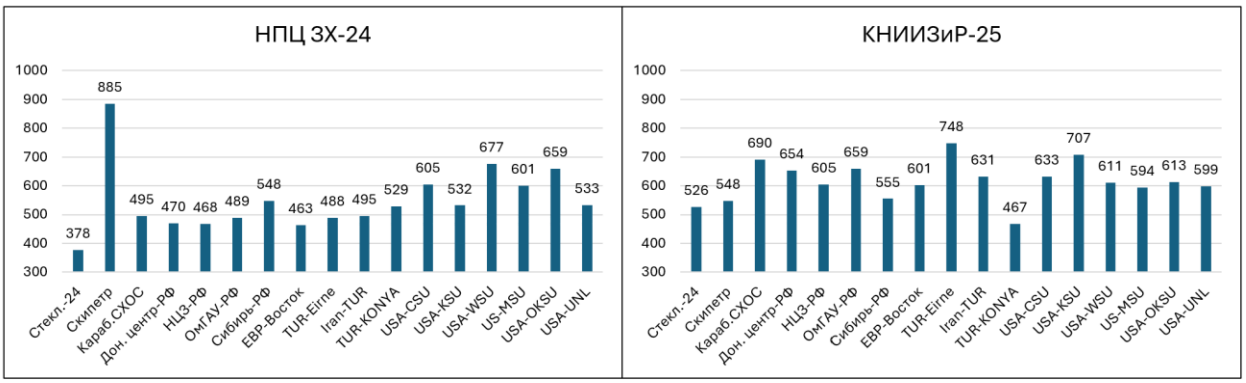


Рисунок 3 – Продуктивность (г/м2) озимой пшеницы различного происхождения в двух пунктах оценки в 2024 и 2025 гг.

Перспективный материал озимой пшеницы для использования в селекции. В результате проведенной оценки обширного и разнообразного материала озимой пшеницы выделен перспективный материал для использования в селекции. В таблице 4 представлены 20 лучших образцов озимой пшеницы с зимостойкостью в 2025 году на уровне или выше лучшего стандарта сорта Скипетр (более 60%) и высокой продуктивностью в условиях Севера и Юго-Востока Казахстана. В их числе семь сортов и линий из Национального центра зерна в Краснодаре, пять генотипов из Университета штата Канзас (США) и разнообразный материал из Казахстана, России, Болгарии и Турции. Особого внимания заслуживает сорт Жива из НЦЗ с продуктивностью выше стандарта в двух пунктах, высокой зимостойкостью, устойчивостью к бурой ржавчине и крупным зерном. Селекционные линии из Канзаса продемонстрировали высокую устойчивость в бурой ржавчине и продуктивность, особенно в условиях КазНИИЗиР. Две селекционные линии из Омского ГАУ происходят от отдаленных скрещиваний с синтетической пшеницей и показали высокую зимостойкость в сочетании с продуктивностью и крупным зерном.

Таблица 4 – Признаки адаптации и продуктивности у 20 лучших образцов глобальной коллекции, 2024-25 гг.

№ образца 2025 г	Сорт/линия	Происхождение	Перезимовка, %	Бурая ржавчина %	Масса 1000 зерен, г	Вес зерна с 1 м2, г	
			2025, 2 пункта	2024, Кар.СХОС	2025, КНИИЗиР	2024, НПЦ ЗХ	2025, КНИИЗиР
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
59	Стекловид-я-24 (Ст.)	РК	51	100	55.4	165	667
58	Скипетр (Ст.)	RUS	61	75	41.2	885	548
41	Л.7071 к 24	НЦЗ	94	25	39.8	792	667
56	BC2F2 U346(113x96)xДxДxД	ОмГАУ	90	75	48.7	546	748

1	2	3	4	5	6	7	8
51	Л.6276 к 2	НЦЗ	85	5	34.6	846	593
93	KS13DH0021-201	USA-KSU	83	5	34.5	556	578
140	Жива	НЦЗ	75	25	45.2	1008	719
158	Эритроспермум 956	Сибирь	75	50	48.5	534	659
138	NE14434	USA-UNL	73	50	39.2	594	719
47	Л.6545 к 3	НЦЗ	73	50	41.1	638	548
67	Станичная	Донской центр	70	25	47.4	639	689
54	Донэра/Ukr-od 1530.94/Ae.sq.(392)	ОмГАУ	70	50	48.1	654	741
85	KS14DH0024-61	USA-KSU	70	25	38.0	398	778
175	Лютесценс 748-95	Кар.СХОС	70	75	42.2	632	900
141	Этнос	НЦЗ	69	50	43.0	639	978
50	Л.5188 к 7-6	НЦЗ	67	0	42.4	377	637
126	KS13DH002722	USA-KSU	66	25	42.6	579	674
97	Lazalka	BUL	66	10	45.4	511	800
82	KS14DH0012-12	USA-KSU	65	25	43.7	662	911
90	KS13DH0013-112	USA-KSU	65	25	39.8	737	570
145	Wbll*2/Kuruku/ …/6/TX91D6991/B15	TUR	64	50	37.6	579	652
38	Л.6371 к 4	НЦЗ	62	10	40.3	869	444

Фенотипическое и генетическое разнообразие озимой пшеницы для адаптации к условиям Северного Казахстана. Проведенное исследование впервые представляет результаты оценки глобальной коллекции озимой пшеницы в условиях Северного Казахстана за последние 20-30 лет. В определенной степени, полученные результаты ставят под сомнение стереотипы ведения селекции данной культуры для региона. Во-первых, высокая зимостойкость в условиях суровой зимы с низкими температурами ассоциировалась с высотой растений и лучшей перезимовкой средне- и высокорослых сортов [18]. Примером служит известный сорт Мироновская 808 до сих пор районированный для Севера Казахстана. Данное исследование подтвердило, что сорта созданные на Карабалыкской СХОС и в сопредельных регионах Казахстана (Курган и Омск) по высоте превышают 100 см и склонны к полеганию при благоприятных условиях [19]. Тем не менее, средне- и короткостебельные сорта из России и США не уступали местным сортам и стандартам по зимостойкости и даже их превосходили. Коэффициенты корреляции, рассчитанные между высотой растений и зимостойкостью в данном эксперименте оказались недостоверными. Однозначно, производство предпочитает короткостебельные сорта яровой и озимой пшеницы из-за их технологичности [20]. Роль высоты растений в обеспечении высокой зимостойкости заслуживает более детального исследования в разнообразных условиях возделывания Северного Казахстана.

Во-вторых, высокая зимостойкость ассоциирована с периодом яровизации, который в свою очередь продлевает период вегетации [21] (Liu 2025). В данном исследовании требования к яровизации не изучались, тем не менее по результатам полевой оценки выделены группы материалы (США), которые сочетали высокую зимостойкость со скороспелостью, что косвенно указывает на отсутствие прямой и тесной зависимости между

данными признаками. Опять же, корреляционная зависимость между числом дней до колошения и зимостойкостью была недостоверной. В рамках настоящего проекта проводится оценка требований к яровизации путем экспозиции материала к низким температурам в течение 0, 20 и 40 дней с последующей оценкой скорости развития растений в климатических камерах. Аналогично проводится оценка потребности к яровизации путем посева весной в условиях КазНИИЗиР и Карабалыкской СХОС. Наверняка полученные данные внесут свой вклад в определение роли яровизации в зимостойкость в условиях Северного Казахстана.

Единственная селекционная программа озимой пшеницы для Северного Казахстана расположена на Карабалыкской СХОС, где эффективно используются традиционные методы селекции и получены районированные сорта, затребованные производством [9]. Тем не менее, селекционный материал станции характеризуется относительно высокой степенью однородности: в основном разновидность лютесценс, средне- и высокорослые и относительно позднеспелые. Генетические ресурсы, использованные в настоящем исследовании, позволили отобрать родительские формы, которые существенно расширят фенотипическую изменчивость и привнесут новые гены, способствующие адаптации данной культуры к условиям региона.

Перспективы использования генетических ресурсов озимой пшеницы для селекции в Казахстане. В результате проведенной оценки обширного и генетически разнообразного материала выделены ценные формы с высокой зимостойкостью, оптимальной высотой растений, устойчивостью к бурой ржавчине и высокой продуктивностью в двух регионах Казахстана. Характерно, что аналогичная оценка коллекции озимой пшеницы была проведена в условиях Омской области и некоторые образцы, отобранные в условиях Казахстана также показали свою перспективность в Западной Сибири [22]. Отобранный материал может быть использован в качестве родительских форм в скрещиваниях как на Карабалыкской СХОС, так и в других учреждениях. Лучшие зарубежные селекционные линии имеют возможность стать кандидатами в сорта, так как условия передачи материала оригинатором подразумевают такие варианты при условии согласия учреждения, где такой материал был создан.

Использование перспективных генетических ресурсов озимой пшеницы в селекции может быть намного эффективнее при использовании современных геномных и феномных технологий. Исследования, проведенные в Казахстане, идентифицировали молекулярные маркеры озимой пшеницы, ассоциированные с продуктивностью и ее компонентами [23], устойчивостью к желтой ржавчине и твердой головне [24] (Zhumaliyeva и др. 2026). Аналогичные работы в Омском ГАУ с использованием аналогичной коллекции озимой пшеницы привели к выделению молекулярных маркеров признаков адаптации озимой пшеницы, включая зимостойкость [25] (Шаманин 2025). Интересные результаты по геномным маркерам зимостойкости получены в Литве [13, 26, 27]. Скрининг перечисленных маркеров, отбор наиболее перспективных для условий Казахстана и их использование существенно повысит эффективность селекции на столь сложный признак как зимостойкость.

Ускоренная селекция позволяет значительно быстрее создавать новые сорта пшеницы за счет получения нескольких поколений в год. Современная платформа ускоренной селекции и фенотипирования создана и эффективно функционирует в Жетысуском Университете имени И. Жансугурова [28]. Она позволяет получить не менее двух поколений озимой пшеницы в год, а также оценить материал по важным признакам, как например требования к яровизации. Сотрудничество селекционных программ с университетом ускорит и повысит эффективность использования перспективных генетических источников озимой пшеницы.

Выводы. В результате исследований установлено, что зимостойкость является ключевым лимитирующим фактором для возделывания озимой пшеницы в Северном Казахстане. Перезимовка озимой пшеница варьировала от 47 до 100% в зависимости от географической точки оценки и года испытания. Высокую зимостойкость в оба года показали генотипы из Национального центра зерна (Краснодар), Донского селекцентра, Омского ГАУ, сибирских селекционных программ, а также материал из университета штата

Канзас (США). Некоторые средне- и короткостебельные сорта из России и США не уступали высокорослым местным сортам по зимостойкости, а корреляция между высотой и зимостойкостью оказалась недостоверной. Аналогично не выявлено достоверной корреляции между продуктивностью и датой колошения. По результатам двухлетней оценки отобраны 20 лучших образцов с зимостойкостью не ниже лучшего стандарта (сорт Скипетр) и высокой продуктивностью. Особого внимания заслуживают сорт Жива (НЦЗ, Краснодар) и линии из Канзасского университета с высокой устойчивостью к бурой ржавчине, а также линии Омского ГАУ от скрещиваний с синтетической пшеницей, отличающиеся крупным зерном. Выделенный материал существенно расширяет генетическое разнообразие, доступное для селекции озимой пшеницы в Северном Казахстане. Он может быть использован в качестве родительских форм на Карабалыкской СХОС и в других учреждениях Северного региона, а также в КазНИИЗиР для создания сортов для Юго-Восточного региона Казахстана. Перспективы дальнейших исследований связаны с изучением требований к яровизации, применением геномных маркеров зимостойкости и использованием платформы ускоренной селекции для повышения эффективности создания новых сортов.

Финансирование. Грант Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан IRN AR26100299 «Зимостойкие и высокоурожайные сорта озимой пшеницы для Северного Казахстана с использованием мировых генетических ресурсов, геномики и физиологии растений» (на 2025-2027 годы) .

Литература:

[1] **Борадулина, В.А.** Перспективы озимой пшеницы в Западной Сибири // Материалы V Международной научно-практической конференции «Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве». Киров: ФАНЦ Северо-Востока, 2019. – С.10-13.

[2] **Филатова, В.Н.,** Моисеев Е.А., Моисеева К.В. Влияние агроклиматических условий на зимостойкость и урожайность озимых зерновых культур в условиях Тюменской области // Достижения аграрной науки для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации. Сборник трудов II Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – Тюмень, 2022. – С. 185-189.

[3] **Приходько, Ю.Н.,** Живаева Т.С., Лозовая Е.Н., Башкирова И.Г., Каримова Е.В., Калашников А.А., Шнейдер Ю.А. Вирус полосатой мозаики пшеницы (*Tritimovirus tritic*i) – распространенность на пшенице в Российской Федерации и генетические особенности выявленных изолятов // Зерновое хозяйство России, 2025. – Т. 17, № 2. – С. 94–102. https://doi.org/10.31367/2079-8725-2025-97-2-94-102.

[4] **Нецветаев**, **В.П.** Идентификация факторов, лимитирующих перезимовку озимых, и реакция на них сортов мягкой пшеницы // Вестник ВГУ, Серия: химия. биология. фармация, 2025. – № 3. – С. 32-41.

[5] **Ажгалиев, Т.Б.** Государственный реестр селекционных достижений, рекомендуемых к использованию в Республике Казахстан. – Астана, 2025. – 149 с.

[6] **Morgounov** A., Zykin V., Sereda G., Urazaliev R. Siberian and North Kazakhstan Wheat Pool. // In Bonjean A., Angus W. (Eds.) The World Wheat Book-I: A History of Wheat Breeding, 2001. – C. 755-772.

[7] **Abugalieva,** A. and Morgounov A. 2016. A History of Wheat Breeding in Southern Kazakhstan. In Bonjean A., Angus W. (Eds.) The World Wheat Book-III: A History of Wheat Breeding.

[8] **Буряков,** В.А. Озимая пшеница в северных регионах России и Казахстана – утопия или реальность. // Генофонд и селекция растений. Том 1, Полевые культуры. Доклады и сообщения Международной научно-практической конференции 8-12 апреля 2013 г. Новосибирск. – 2013. – С. 25-34.

[9] **Кулинич, В.А.,** Чудинов В.А. Перспективы возделывания озимой мягкой пшеницы в Северном Казахстане. – международная конференция «Генофонд и селекция растений», посвященная 130-летию Н.И. Вавилова, Новосибирск. – 2018 – С. 38-39.

[10] **Bolouri, P.,** Haliloğlu K., Mohammadi S.A., Türkoğlu A., İlhan E., Niedbała G., Szulc P., Niazian M. Identification of novel QTLs associated with frost tolerance in winter wheat (Triticum aestivum L.). // Plants. – 2023. – V. 12, 1641. https://doi.org/10.3390/plants12081641.

[11] **Soleimani,** B., Lehnert H., Babben S. Genome wide association study of frost tolerance in wheat. // Scientific Reports. – 2022. – V. 125 – P. 275. https://doi.org/10.1038/s41598-022-08706-y.

[12] **Zhang,** H., Xue X., Guo J., Huang Y., Dai X., Li T., Hu J., Qu Y., Yu L., Mai C., Liu H., Yang L., Zhou Y., Li H. Association of the recessive allele vrn-D1 with winter frost tolerance in bread wheat. // Front. Plant Sci. – 2022. – V. 13. – 879768. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.879768.

[13] **Vaitkevičiūtė,** G., Chawade A., Lillemo M., Liatukas Ž., Aleliūnas A., Armonienė R. Genome-wide association analysis of freezing tolerance and winter hardiness in winter wheat of Nordic origin. // Plants. – 2023. – V. 12. – 4014. https://doi.org/10.3390/plants12234014.

[14] **Venzhik,** Y.V., Moshkov I.E. The role of ultrastructural organization of cells in adaptation of winter wheat to low temperature. // Russian Journal of Plant Physiology 70. – 2023. – V. 100 – P. 3-13.

[15] **Wang,** Y., Wang J., Sarwar R., Zhang W., Geng R., Zhu K.-M., Tan X.-L. Research progress on the physiological response and molecular mechanism of cold response in plants. // Front. Plant Sci. – 2024. – V. 15. – 1334913.

[16] **Pask,** A.J.D., Pietragalla J., Mullan D.M., Reynolds M.P. Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping. Mexico, D.F.: CIMMYT. – 2022. – 139 P.

[17] **Pradha**, S., Baba, M.A., Ba, G. Genetic dissection of heat-responsive physiological traits to improve adaptation and increase yield potential in soft winter wheat. // BMC Genomics. – 2020. – V. 21. – 315. https://doi.org/10.1186/s12864-020-6717-7

[18] **Нецветаев,** В.П. Идентификация факторов, лимитирующих перезимовку озимых, и реакция на них сортов мягкой пшеницы. // Вестник ВГУ, Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2025. – № 3. – С. 32-41.

[19] **Филиппова,** Е.А., Банникова Н.Ю., Дробот И.А. Зимостойкий сорт озимой пшеницы Изаура для сложных климатических условий Уральского региона. // Аграрный вестник Урала. – 2023. – № 04 (233). – С. 40-50.

[20] **Пискарев,** В.В., Бойко Н.И., Апарина В.А., Давыдова Н.В., Салина Е.А. Поиск высокоурожайных, крупнозёрных, короткостебельных с высоким качеством зерна генотипов пшеницы мягкой яровой в Новосибирской лесостепи Приобья. // Достижения науки и техники АПК. – 2026. – 40(2). – С. 30–38. https://doi.org/10.53859/02352451_2026_40_2_30

[21] **Liu,** F., Cao W., Zhang, Q., Li Y., Zhou H., Wan, Y. Winter wheat vernalization alleles and freezing tolerance at the seedling and jointing stages. // Plants. – 2025. – V. 14. 1350. https://doi.org/10.3390/plants14091350

[22] **Потоцкая,** И.В., Шепелев С.С., Ковальчук А.М., Шаманин В.П. Изучение коллекции сортообразцов озимой пшеницы зарубежной селекции в условиях Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 12. – С. 85–92. https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-12-85-92.

[23] **Amalova,** A., Yessimbekova M., Ortaev A., Rsaliyev S., Griffiths S., Burakhoja A., Turuspekov Y., Abugalieva S., Association mapping of quantitative trait loci for agronomic traits in a winter wheat collection grown in Kazakhstan. // Agronomy. – 2023. – V. 13. – 2054. https://doi.org/10.3390/agronomy13082054.

[24] **Zhumaliyeva,** G., Ainebekova B., Bazylova T., Jenisbayeva A., Kosshybay A., Dubekova S., Yerzhebayeva R. Integrating phenotypic and genotypic approaches to select rust- and common bunt-resistant advanced winter wheat breeding lines. // Plants. – 2026. – V. 15. – 1258. https://doi.org/10.3390/plants15081258

[25] **Shamanin,** V. Shepelev S. Kovalchuk A. Morgounov A. Turuspekov Y. Pototskaya I. SNP effects on yield and agronomic traits in an international winter wheat collection grown in western siberia. // Crops. – 2025. – V. 5. – 41. https://doi.org/10.3390/crops5040041.

[26] **Divashuk,** M., Ermolaev A., Voronezhskaya V., Yanovsky A., Korobkova V., Bespalova L., Mudrova A., Voropaeva A., Lappo A., Toshchakov S. Genetic dissection of frost tolerance in winter durum wheat: three validated KASP markers for marker-assisted selection. // Plants. – 2026. – V. 15. – 19. https://doi.org/10.3390/plants15010019

[27] **Bolouri, P.** Haliloğlu K. Mohammadi S.A. Türkoğlu A. İlhan E. Niedbała G. Szulc P. Niazian M. Identification of novel QTLs associated with frost tolerance in winter wheat (Triticum aestivum L.). // Plants. – 2023. – V. 12. – 1641. https://doi.org/10.3390/plants12081641

[28] **Yermekbayev, K.**, Abduakassov A., Shoken M., Sartbayeva Zh., Baimyrzayev K., Bauyrzhan M., Abugalieva S., Turuspekov Ye., Mahmood Z. Establishment of the first speed breeding facility in central asia: development of an accessible bread wheat (Triticum aestivum L.) protocol for resource-limited research institutions. // Front. Plant Sci. – 2026. – In press.

References:

[1] **Boradulina V.A.** Perspektivy ozimoj pshenicy v Zapadnoj Sibiri // Materialy V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Metody i tekhnologii v selekcii rastenij i rastenievodstve». Kirov: FANC Severo-Vostoka. – 2019. – S.10-13. [in Russian]

[2] **Filatova V.N.,** Moiseev E.A., Moiseeva K.V. Vliyanie agroklimaticheskih uslovij na zimostojkost' i urozhajnost' ozimyh zernovyh kul'tur v usloviyah Tyumenskoj oblasti // Dostizheniya agrarnoj nauki dlya obespecheniya prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii. Sbornik trudov II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii molodyh uchenyh i specialistov, Tyumen'. – 2022. – S. 185-189. [in Russian]

[3] **Prihod'ko Yu.N.,** Zhivaeva T.S., Lozovaya E.N., Bashkirova I.G., Karimova E.V., Kalashnikov A.A., Shnejder Yu.A. Virus polosatoj mozaiki pshenicy (Tritimovirus tritici) – rasprostranennost' na pshenice v Rossijskoj Federacii i geneticheskie osobennosti vyyavlennyh izolyatov // Zernovoe hozyajstvo Rossii. – 2025. – T. 17, № 2. – S. 94–102. https://doi.org/10.31367/2079-8725-2025-97-2-94-102. [in Russian]

[4] **Necvetaev V.P.** Identifikaciya faktorov, limitiruyushchih perezimovku ozimyh, i reakciya na nih sortov myagkoj pshenicy // Vestnik VGU, Seriya: himiya. biologiya. farmaciya, –2025–, № 3, – S. 32-41. [in Russian]

[5] **Azhgaliev T.B.** Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, rekomenduemyh k ispol'zovaniyu v Respublike Kazahstan, Astana. – 2025 – 149 s. [in Russian]

[6] **Morgounov A.,** Zykin V., Sereda G., Urazaliev R. Siberian and North Kazakhstan Wheat Pool. // In Bonjean A., Angus W. (Eds.) The World Wheat Book-I: A History of Wheat Breeding, – 2001. – S. 755-772.

[7] **Abugalieva A.** and Morgounov A. 2016. A History of Wheat Breeding in Southern Kazakhstan. In Bonjean A., Angus W. (Eds.) The World Wheat Book-III: A History of Wheat Breeding.

[8] **Buryakov V.A.** Ozimaya pshenica v severnyh regionah Rossii i Kazahstana – utopiya ili real'nost'. // Genofond i selekciya rastenij. Tom 1, Polevye kul'tury. Doklady i soobshcheniya Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii 8-12 aprelya 2013 g. Novosibirsk. – 2013. – S. 25-34. [in Russian]

[9] **Kulinich V.A.,** Chudinov V.A. Perspektivy vozdelyvaniya ozimoj myagkoj pshenicy v Severnom Kazahstane. – mezhdunarodnaya konferenciya «Genofond i selekciya rastenij», posvyashchennaya 130-letiyu N.I. Vavilova, Novosibirsk. – 2018 – S. 38-39. [in Russian]

[10] **Bolouri P.,** Haliloğlu K., Mohammadi S.A., Türkoğlu A., İlhan E., Niedbała G., Szulc P., Niazian M. Identification of novel QTLs associated with frost tolerance in winter wheat (Triticum aestivum L.). // Plants. – 2023. – V. 12, 1641. https://doi.org/10.3390/plants12081641.

[11] **Soleimani B.,** Lehnert H., Babben S. Genome wide association study of frost tolerance in wheat. // Scientific Reports. – 2022. – V. 125 – P. 275. https://doi.org/10.1038/s41598-022-08706-y.

[12] **Zhang H.,** Xue X., Guo J., Huang Y., Dai X., Li T., Hu J., Qu Y., Yu L., Mai C., Liu H., Yang L., Zhou Y., Li H. Association of the recessive allele vrn-D1 with winter frost tolerance in bread wheat. // Front. Plant Sci. – 2022. – V. 13. – 879768. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.879768.

[13] **Vaitkevičiūtė G.,** Chawade A., Lillemo M., Liatukas Ž., Aleliūnas A., Armonienė R. Genome-wide association analysis of freezing tolerance and winter hardiness in winter wheat of Nordic origin. // Plants. – 2023. – V. 12. – 4014. https://doi.org/10.3390/plants12234014.

[14] **Venzhik Y.V.,** Moshkov I.E. The role of ultrastructural organization of cells in adaptation of winter wheat to low temperature. // Russian Journal of Plant Physiology 70. – 2023. – V. 100 – P. 3-13.

[15] **Wang Y.,** Wang J., Sarwar R., Zhang W., Geng R., Zhu K.-M., Tan X.-L. Research progress on the physiological response and molecular mechanism of cold response in plants. // Front. Plant Sci. – 2024. – V. 15. – 1334913.

[16] **Pask A.J.D.,** Pietragalla J., Mullan D.M., Reynolds M.P. Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping. Mexico, D.F.: CIMMYT. – 2022. – 139 P.

[17] **Pradha, S**., Baba, M.A., Ba, G. Genetic dissection of heat-responsive physiological traits to improve adaptation and increase yield potential in soft winter wheat. // BMC Genomics. – 2020. – V. 21. – 315. https://doi.org/10.1186/s12864-020-6717-7

[18] **Necvetaev V.P.** Identifikaciya faktorov, limitiruyushchih perezimovku ozimyh, i reakciya na nih sortov myagkoj pshenicy. // Vestnik VGU, Seriya: Himiya. Biologiya. Farmaciya. – 2025. – № 3. – S. 32-41. [in Russian]

[19] **Filippova E.A.,** Bannikova N.Yu., Drobot I.A. Zimostojkij sort ozimoj pshenicy Izaura dlya slozhnyh klimaticheskih uslovij Ural'skogo regiona. // Agrarnyj vestnik Urala. – 2023. – № 04 (233). – S.

40-50. [in Russian]

[20] **Piskarev V.V.,** Bojko N.I., Aparina V.A., Davydova N.V., Salina E.A. Poisk vysokourozhajnyh, krupnozyornyh, korotkostebel'nyh s vysokim kachestvom zerna genotipov pshenicy myagkoj yarovoj v Novosibirskoj lesostepi Priob'ya. // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2026. – 40(2). – S. 30–38. https://doi.org/10.53859/02352451_2026_40_2_30 [in Russian]

[21] **Liu F.,** Cao W., Zhang, Q., Li Y., Zhou H., Wan, Y. Winter wheat vernalization alleles and freezing tolerance at the seedling and jointing stages. // Plants. – 2025. – V. 14. 1350. https://doi.org/10.3390/plants14091350

[22] **Potockaya I.V.,** Shepelev S.S., Koval'chuk A.M., Shamanin V.P. Izuchenie kollekcii sortoobrazcov ozimoj pshenicy zarubezhnoj selekcii v usloviyah Zapadnoj Sibiri // Vestnik KrasGAU. – 2023. – № 12. – S. 85–92. https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-12-85-92. [in Russian]

[23] **Amalova A.,** Yessimbekova M., Ortaev A., Rsaliyev S., Griffiths S., Burakhoja A., Turuspekov Y., Abugalieva S., Association mapping of quantitative trait loci for agronomic traits in a winter wheat collection grown in Kazakhstan. // Agronomy. – 2023. – V. 13. – 2054. https://doi.org/10.3390/agronomy13082054.

[24] **Zhumaliyeva G**., Ainebekova B., Bazylova T., Jenisbayeva A., Kosshybay A., Dubekova S., Yerzhebayeva R. Integrating phenotypic and genotypic approaches to select rust- and common bunt-resistant advanced winter wheat breeding lines. // Plants. – 2026. – V. 15. – 1258. https://doi.org/10.3390/plants15081258

[25] **Shamanin V**. Shepelev S. Kovalchuk A. Morgounov A. Turuspekov Y. Pototskaya I. SNP effects on yield and agronomic traits in an international winter wheat collection grown in western siberia. // Crops. – 2025. – V. 5. – 41. https://doi.org/10.3390/crops5040041.

[26] **Divashuk M**., Ermolaev A., Voronezhskaya V., Yanovsky A., Korobkova V., Bespalova L., Mudrova A., Voropaeva A., Lappo A., Toshchakov S. Genetic dissection of frost tolerance in winter durum wheat: three validated KASP markers for marker-assisted selection. // Plants. – 2026. – V. 15. – 19. https://doi.org/10.3390/plants15010019

[27] **Bolouri P**. Haliloğlu K. Mohammadi S.A. Türkoğlu A. İlhan E. Niedbała G. Szulc P. Niazian M. Identification of novel QTLs associated with frost tolerance in winter wheat (Triticum aestivum L.). // Plants. – 2023. – V. 12. – 1641. https://doi.org/10.3390/plants12081641

[28] **Yermekbayev K.,** Abduakassov A., Shoken M., Sartbayeva Zh., Baimyrzayev K., Bauyrzhan M., Abugalieva S., Turuspekov Ye., Mahmood Z. Establishment of the first speed breeding facility in central asia: development of an accessible bread wheat (Triticum aestivum L.) protocol for resource-limited research institutions. // Front. Plant Sci. – 2026. – In press.

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ЖАҒДАЙЫНДА КҮЗДІК БИДАЙДЫҢ ҚЫСТАП ШЫҒУҒА ТӨЗІМДІЛІГІ ЖӘНЕ АГРОНОМИЯЛЫҚ БЕЛГІЛЕРІ БОЙЫНША ГЕНЕТИКАЛЫҚ РЕСУРСТАРЫ

Моргунов А.И.[1], ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, зерттеуші
Савин Т.В.[1], биология ғылымдарының кандидаты, зерттеуші
Джиенбаева К.Б.[2,5*], ғылыми қызметкер
Ысқақов Т. К.[3], аға ғылыми қызметкер
Федоренко Е.Н.[4], ғылыми қызметкер, зерттеуші

[1]«А.И. Бараев атындағы Астық шаруашылығының ҒӨО» ЖШС, Шортанды а., Қазақстан
[2] «Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ҒЗИ» ЖШС, Алмалыбақ ауылы, Қазақстан
[3] «Қарабалық ауылшаруашылық тәжірибелік станциясы» ЖШС, Научное ауылы, Қазақстан
[4] «Солтүстік Қазақстан ауылшаруашылық тәжірибелік станциясы», Шағалалы ауылы, Қазақстан
[5]Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Солтүстік Қазақстан жағдайында географиялық шығу тегі әртүрлі 284 күздік бидай үлгілерінен тұратын жаһандық коллекция екі маусымда (2023–24 және 2024–25) зерттеліп, бейімделуі мен өнімділігі бойынша кешенді сипаттамасы алынды. Аймақта күздік бидай өсіру үшін қысқа төзімділік негізгі шектеуші фактор ретінде анықталды. Осы екі маусымдағы ауа райы жағдайлары айтарлықтай өзгеше болды: 2023–24 жылғы қыс ұзақ мерзімді орташа көрсеткішке жақын болса, 2024–25 жылғы қыс айтарлықтай жылы болып, деректерді жан-жақты бағалауға мүмкіндік берді. Ұлттық астық орталығы (Краснодар), Дон селекция орталығы, Омск мемлекеттік аграрлық

университеті, Сібір селекция бағдарламаларының генотиптері және АҚШ-тың Канзас университеттерінің бірнеше линиялары екі жылда да жоғары қысқа төзімділігімен ерекшеленді. Түрік селекциясының материалы (Фракия өңірлік ауыл шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты және Б. Дадаш атындағы ауыл шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты) қысқа төзімділігінің төмендігі мен өңір жағдайында өсіруге шектеулі перспективасын көрсетті. Ресей мен АҚШ селекциясының орташа және аласа сабақты сорттары өнімділігі бойынша жергілікті биік сабақты сорттардан кем болған жоқ, ал сабақ биіктігі мен қысқа төзімділік арасындағы корреляциялық байланыс статистикалық тұрғыдан сенімді болмады. Сондай-ақ, ерте пісушілік пен қысқа төзімділік арасында да тығыз тәуелділік анықталған жоқ. АҚШ селекциясының бірқатар сорттары мен линиялары аталған екі белгіні тиімді үйлестіріп, өнімділігі жоғары болды. Екі жылдық бағалау нәтижелері бойынша қысқа төзімділігі ең үздік стандарт – «Скипетр» сортынан төмен емес және жоғары өнімділік көрсеткен 20 үздік үлгі іріктеліп алынды. «Жива» сорты (Краснодар Ұлттық астық орталығы), қоңыр тат ауруына жоғары төзімділігімен ерекшеленетін Канзас университетінің линиялары, ірі дәнділігімен сипатталатын синтетикалық бидаймен будандастыру нәтижесінде алынған Омбы мемлекеттік аграрлық университетінің линиялары ерекше назар аударуға лайық. Іріктелген материал Солтүстік Қазақстан жағдайында күздік бидай селекциясы үшін қолжетімді генетикалық, фенотиптік әртүрлілікті едәуір кеңейтеді және Қарабалық ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясында, басқа да ғылыми-зерттеу мекемелерінде бастапқы ата-аналық формалар ретінде пайдалануға болады.

Тірек сөздер: бидай, селекция, генотип-қоршаған орта өзара әрекеттесуі, аязға төзімділік, өнімділік.

GENETIC RESOURCES OF WINTER WHEAT FOR WINTER HARDINESS AND AGRONOMIC CHARACTERISTICS IN THE CONDITIONS OF NORTHERN KAZAKHSTAN

Morgunov A.I. [1], Candidate of Agricultural Sciences, Researcher
Savin T.V.[1] Candidate of Biological Sciences, Researcher
Jiyenbayeva K.B.[2,5*], researcher
Iskakov T. K [3]., Senior Researcher
Fedorenko E. N.[4], Researcher

[1]*Scientific and Practical Center of Grain Farming named after A.I. Barayev, Shortandy,Kazakhstan*
[2]*Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing, Almalybak village, Kazakhstan*
[3]*Karabalyk Agricultural Experimental Station, Nauchnoye village, Kazakhstan*
[4]*North Kazakhstan Agricultural Experimental Station, Shagalaly village, Kazakhstan*
[5]*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan*

Annotation. The assessment of a global collection of 284 accessions of winter wheat of various geographical origins in the conditions of Northern Kazakhstan, carried out for two seasons (2023–24 and 2024–25), made it possible to obtain a comprehensive characteristic of the studied material according to the signs of adaptation and productivity long-term average, while the winter of 2024–25 turned out to be much warmer, which provided a comprehensive assessment of the material. Genotypes from the National Grain Center (Krasnodar), the Don Breeding Center, the Omsk State Agrarian University, Siberian breeding programs, as well as a number of lines from the universities of Kansas (USA) showed high winter hardiness in both years. The material of Turkish origin (Trakia Research Institute of Agriculture and B. Dadash Research Institute of Agriculture) demonstrated low winter hardiness and limited prospects for the conditions of the region. Medium- and short-stemmed varieties from Russia and the United States were not inferior to tall local varieties in terms of productivity, and the correlation between height and winter hardiness turned out to be unreliable. Similarly, there is no close relationship between early maturity and winter hardiness. A number of American varieties and lines combined both traits and showed high yields. According to the results of a two-year evaluation, 20 best accessions with winter hardiness not lower than the best standard (Scepter variety) and high productivity were selected. Special attention should be paid to the Zhiva variety (NCC, Krasnodar), lines from the University of Kansas with high resistance to brown rust, as well as lines from the Omsk State Agrarian University from crosses with synthetic wheat, which are distinguished by large grains. The selected material significantly expands the genetic and phenotypic diversity available for winter wheat breeding in Northern Kazakhstan, and can be used as parental forms at the Karabalyk agricultural farm and in other institutions.

Keywords: wheat, breeding, genotype-environment interaction, frost resistance, productivity.

МРНТИ 68.35.31 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.357

ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ЧЕЧЕВИЦЫ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ НА ВЫСОКУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ

Сайкенова А.Ж.*, PhD
alma.arai@mail.ru, https://orsid.org/0000-0002-9211-1415
Кудайбергенов М.С., доктор биологических наук, профессор
muhtar.sarsenbek@mail.ru, https://orsid.org/0000-0002-8185-3990
Байтаракова К.Ж., докторант 3 курса по ОП 8D08113 – «Селекция растений»
kuralai_baitarakova@mail.ru, https://orsid.org/0000-0002-0515-7029
Қанатқызы М., докторант 3 курса по ОП 8D08113 – «Селекция растений»
kanatkyzy_makpal@mail.ru, https://orsid.org/0000-0001-5515-0311
Ибаш Н., магистр сельскохозяйственных наук
nurgazyibash93@mail.ru, https://orsid.org/0009-0004-2629-8842

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», п.Алмалыбак, Казахстан

Аннотация. На юго-востоке Казахстана осуществлена комплексная оценка генофонда чечевицы, на основе которой выделены и отобраны сортообразцы желательными хозяйственно-ценными признаками для проведения гибридизации, направленной на создание новых высокопродуктивных, скороспелых и крупносемянных сортов. Проведён корреляционный анализ взаимосвязей между хозяйственно- ценными признаками растений. Между количеством бобов с растения и числом продуктивных узлов выявлена очень сильная положительная корреляционная связь (r = 0,881). Связь между количеством боковых ветвей и числом продуктивных узлов характеризуется как умеренная положительная (r = 0,493). Между количеством боковых ветвей и числом бобов с растения также установлена умеренная положительная зависимость (r = 0,432). Корреляция между высотой растения и высотой прикрепления нижних бобов является умеренной положительной (r = 0,445)

Проведено 20 комбинаций скрещиваний различных сортообразцов чечевицы. Общее количество опылённых цветков составило 644, из которых было получено 41 гибридное семя, средний показатель завязываемости составил – 6,36%**.** Анализ полученных данных показал значительную вариабельность по уровню завязываемости семян в различных комбинациях.

Наиболее удачными гибридными комбинациями отмечена в комбинации ♀11418 × ♂Шырайлы – 18,8 % (13 семян из 69 опылённых цветков). Сравнительно высокий показатель также получен при скрещивании ♀Шырайлы × ♂Фиолетовый – 14,2 % (1 семя из 7), а также ♀9228 × ♂9207 – 13,04 % (3 семени из 23). Комбинация ♀010S96105-1 × ♂010S96130-6 обеспечила 12,5 % (2 семени из 16), а ♀11419 × ♂Шырайлы – 11,1 % (3 семени из 27).

Ключевые слова*:* селекция, чечевица, сортообразец, урожайность, коллекция, гибридизация.

Введение. Чечевица является одной из значимых зернобобовых культур, обладающих высоким народнохозяйственным значением. Её возделывают преимущественно для получения семян с повышенным содержанием белка, широко используемых в пищевой промышленности; кроме того, культура играет важную роль в биологической фиксации атмосферного азота и повышении плодородия почвы. Вместе с тем ограниченное распространение чечевицы в Казахстане обусловлено недостатком высокоурожайных сортов, устойчивых к заболеваниям и адаптированных к воздействию различных абиотических и биотических стрессовых факторов [1].

Подбор родительских форм является одним из ключевых этапов селекционного процесса, определяющим эффективность создания новых высокопродуктивных сортов чечевицы (Lens culinaris Medik.). Правильный выбор родительских пар позволяет объединить в одном генотипе ценные хозяйственно-биологические признаки, такие как высокая продуктивность, устойчивость к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам, технологичность и адаптивность к условиям выращивания.

При подборе родительских форм особое внимание уделяется элементам структуры

урожайности, включая высоту растения, высоту прикрепления нижних бобов, количество продуктивных узлов, количество бобов на растении и общее развитие вегетативных органов. Высота прикрепления нижних бобов является важным признаком, определяющим пригодность сорта к механизированной уборке, тогда как количество продуктивных узлов и бобов напрямую связано с уровнем урожайности.

Для гибридизации отбираются контрастные по комплексу признаков формы, что способствует расширению генетической изменчивости в гибридных популяциях и повышает вероятность получения трансгрессивных форм с улучшенными показателями продуктивности. В качестве материнских форм используются образцы с высокой продуктивностью и хорошей адаптивностью, а в качестве отцовских – генотипы, обладающие ценными селекционными признаками, такими как высокий уровень прикрепления нижних бобов, большое количество продуктивных узлов и устойчивость к стрессовым факторам.

Таким образом, целенаправленный подбор родительских пар на основе комплексной оценки хозяйственно ценных признаков является основой успешного создания новых высокоурожайных сортов чечевицы, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям региона. Для расширения посевных площадей актуальность приобретают комплексные исследования селекционного материала, направленные на создание высокопродуктивных и адаптивных сортов чечевицы [2,3,4]. Особенную роль играет агротехнология чечевицы, для повышения урожайности и качества зерна чечевицы необходимо, определить оптимальные методы основной обработки почвы, уровень минерального питания и нормы высева семян [5]. В научной литературе всё чаще поднимается вопрос о влиянии засухи на морфологические, физиологические и биохимические процессы в сельскохозяйственных культурах. Растения, устойчивые к засухе, способны адаптироваться к экстремальным условиям, таким как высокие дневные температуры и недостаток осадков, что позволяет им минимизировать негативное воздействие на рост и урожайность [6].

Чечевица уязвима к различным абиотическим стрессам, таким как тепловой стресс, засуха в конце вегетационного периода и низкое плодородие почвы, что создает значительные проблемы для ее выращивания [7]. Эти факторы окружающей среды могут негативно влиять на рост растений, цветение и развитие стручков, что приводит к снижению урожайности [8]. В результате использования расширенного генофонда и проведения межвидовых скрещиваний индийскими селекционерами были выведены две перспективные линии чечевицы – «Jammu Lentil 144» и «Jammu Lentil 71» [9]. Тем не менее, отбор, основанный исключительно на урожайности семян без учета других важных признаков, становится неэффективным.

Раннее наступление фазы цветения и сокращённая продолжительность вегетационного периода до созревания относятся к числу приоритетных селекционных признаков в условиях усиливающейся климатической нестабильности. Эти адаптивные характеристики обеспечивают фенологическое «уход от стресса» (stress escape), позволяя растениям завершать репродуктивное развитие до наступления позднесезонной засухи и экстремально высоких температур. В результате снижается негативное влияние теплового и водного дефицита на процессы опыления, формирования бобов и налива семян, что способствует стабилизации урожайности и повышению экологической пластичности культуры в засушливых и полузасушливых регионах. Кроме того, было также показано, что тепловой стресс на репродуктивных стадиях негативно влияет на урожайность и питательную ценность чечевицы [10]. Особая роль в данном случае отводится изучению генетически разнообразного исходного материала, выделению ценных генотипов для включения их в селекционный процесс в условиях конкретного региона [11].

В связи с этим, основной целью работы было изучить генофонд чечевицы, на основе которой выделены и отобраны сортообразцы для проведения гибридизации, направленной на создание новых высокопродуктивных, скороспелых и крупносемянных сортов.

Материалы и методы. Исследования проводились на полуобеспеченной богаре (стационарах Казахского научно-исследовательского института земледелия и растениеводства).

Опыты закладывались по методике закладки коллекционного и гибридного питомников с соблюдением всех агротехнических мероприятий и уходу за полевыми культурами [12]. Посев рендомизированный в трехкратной повторности. Объектами исследования послужили 397 сортообразцов коллекции чечевицы из разных стран мира. Подбор родительских пар проводили с учетом различия элементов продуктивности, вегетационного периода и других хозяйственно-ценных признаков и с учетом происхождения сортообразцов.



Рисунок 1 – Коллекционный питомник чечевицы

Фенологические наблюдения (посев, всходы, цветение, созревание), визуальную оценку по хозяйственно – полезным признакам, фенотипирование элементов продуктивности (длина растения, высота прикрепления нижнего боба, число ветвей, масса растения, число бобов, число семян, масса семян, масса 1000 семян, число семян в бобе) осуществлялись в соответствии с методическим указаниям по изучению коллекции зернобобовых культур [13]. Коэффициент корреляции Пирсона (r) [15].

В зависимости от длины вегетационного периода подобранных родительских форм их высевают в 2-3 срока с интервалом 7-14 дней. Это позволяет совместить сроки их цветения, что является важным условием для гибридизации. К скрещиванию приступаем при первом появлении цветков на растениях, так как вероятность завязывания и нормального формирования бобов у первых цветков на растении значительно выше, чем у последних.

Работу по скрещиванию начинаем в утренние часы с 6 до 10 ч. При этом на материнской форме подбираем цветки для кастрации, у которых лепестки венчика показались из-под чашелистиков на 1-2 мм, т.е. когда пыльники тычинок еще не раскрылись и не пылят. После выбора все остальные цветки и завязавшиеся бобы на цветоносе удаляем. Это удобно для работы с кастрируемыми цветками, при котором весь приток пластических веществ направляется только к цветку, на котором проводится гибридизация.

Все опыленные цветки отмечают красной ниточкой, которую свободно привязываем к цветоножке на один узел.

Результаты исследований и их обсуждение. В 2023-2025 годах в полуобеспеченной богаре в коллекционном питомнике было изучено 397 сортообразцов чечевицы. При этом посев производился ежегодно в конце марта. В течение вегетационного периода проводились фенологические наблюдения: всходы появились через 12-15 дней после посева. Фаза цветения длилась с 23 мая по 15 июня, а период полного созревания – с 25 июня по 10 июля. Таким образом, продолжительность вегетационного периода составила от 68 до 83 дней.

Проведён структурный анализ (фенотипирование) сортообразцов чечевицы. В ходе

исследования изучались основные хозяйственно-ценные признаки, включая высоту растений, высоту прикрепления нижних бобов, количество боковых ветвей, число продуктивных узлов, количество бобов с одного растения и массу 1000 семян. Высота стебля и высота прикрепления нижних бобов являются морфологическими количественными признаками, характеризующими архитектуру растения и имеющими важное значение при селекции сортов, пригодных для механизированной уборки: по высоте растений превышающей стандарт, выделено 32 сортообразцов (34,4–49,0 см): pl-76, 72-pl-30, 11502, 33209, pl-54, pl-28, 72-pl-28, 11509, 9319, pl-84, 11521, 39233/1, К-1975, 39102, 39207, 33113, 9221, 39131, 11505, 23202, 9232, 23107, 72-pl-43, LC46000170L, 72-pl-29, 72-pl-19, LC46000128L, 72-pl-18, 72-pl-26, 23222, 23108, LC04600023L; По высоте прикрепления нижних бобов (20,0–27,4 см) отмечены следующие образцы: Ozbek, Ceren, LC46000170L, 9322, 23222, 23108, К-1975, 11119, LC04600023L, 11417 кр*;* по количеству боковых ветвей (3,2–5,4 шт.) выделяются: 9213, pl-149, 39211, 11502, 9324, pl-150, 72-pl-42, pl-29, 11130, pl-20, 9207, К-1975, pl-93, pl-94, pl-64, pl-102, pl-103, 9308, Ceren, pl-84, 72-pl-30, 72-pl-34, 9323, 11124, 9317, 11435, 11417, 11418, 010S96105-1, 11002, 11017, 2788; (рис.2.).

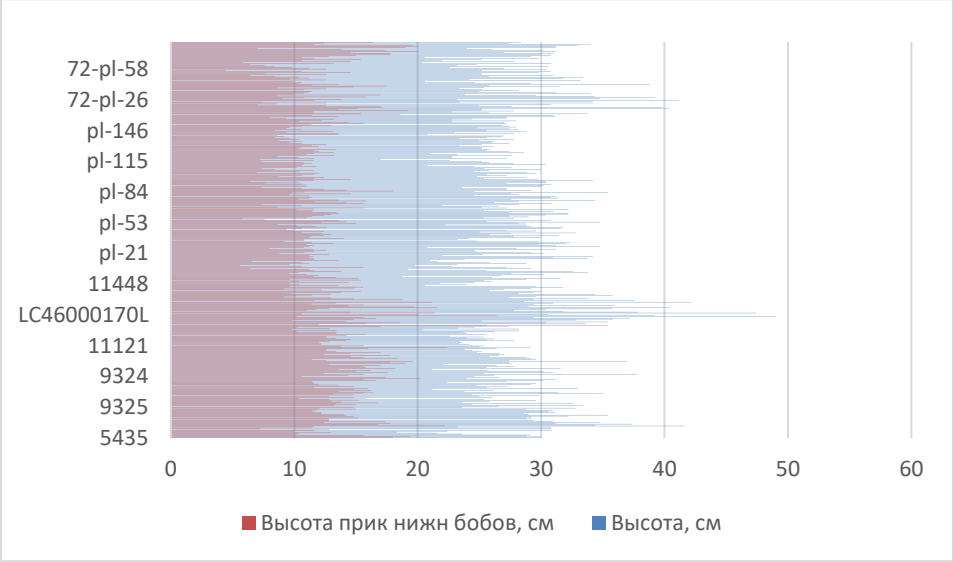


Рисунок 2 – Сравнительная оценка высоты стебля и высоты прикрепления нижних бобов в полуобеспеченной богаре Алматинской области среднее за 2023-2025 годы

Элементы структуры урожайности – это совокупность морфологических и количественных признаков растения, определяющих формирование урожая. К ним относятся количество продуктивных узлов, количество бобов на растении, количество семян, масса семян и другие показатели, характеризующие продуктивность растения. По количеству продуктивных узлов выделено (60,2-73,6 шт.): 39108, 9327, pl-101, 9323, 72-pl-43, 72-pl-36, 39106, pl-84, pl-99, pl-100, pl-95, 72-pl-24, 9308; по количеству бобов с растения (80,2–130,4 шт.): Alugaji, 11125, 9321, 9301, 72-pl-42, pl-141, 11130, 72-pl-34, pl-100, pl-99, 39106, pl-19, 72-pl-44, pl-72, pl-86, pl-76, pl-22, pl-101, 9313, 11117, pl-84, 72-pl-47, 72-pl-36, 72-pl-24, 39108, 9308, 72-pl-23, 72-pl-43, 11124, 9323, 9327; (рис.3).

По массе семян с одного растения (2,0–3,0 г) выделены: 9205, 9207, 11420, 11516, 39131, 39121, 23224, 39108, 11519, 11526, 39110, 39111, 33203, Flip 97-18-1, 33209, 39232, 6434, 010S96105-1, Фиолетовый, 11017, 11035, 2788, 9229*;* Масса 1000 семян является одним из важнейших хозяйственно ценных и селекционных признаков чечевицы, определяющих как продуктивность сорта, так и его технологические и потребительские качества.

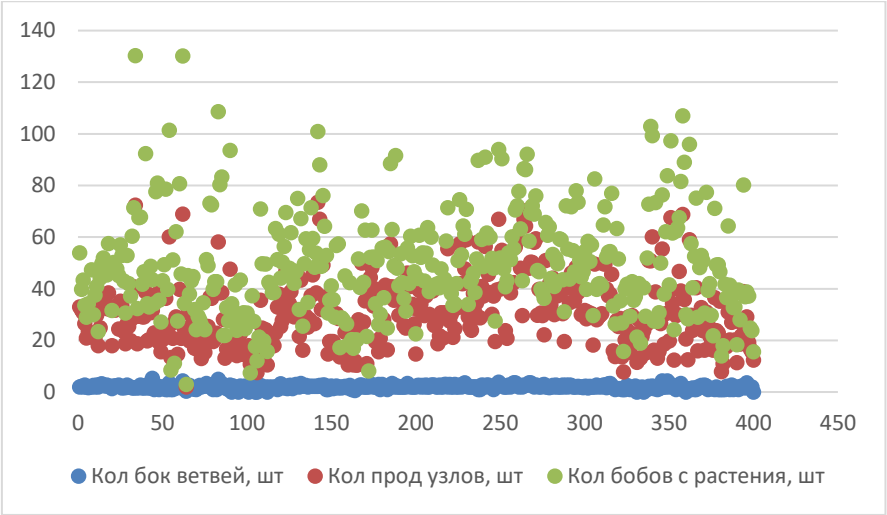


Рисунок 3 – Элементы продуктивности чечевицы в полуобеспеченной богаре Алматинской области среднее за 2023-2025 годы

Этот признак характеризует морфологические особенности генотипа, выполненностью зерна и общим уровнем урожайности. По массе 1000 семян выделилось (42,0–56,0 г): 9228, 11112, 11505, 11502, 39110, 11417, 39232, 5423, 9201, 010S96130-6, 11419, Киз-20, 840, 11034, 11026, 11031, 11119, 9226 (таблица 1).

Таблица 1 – Выделенные сортообразцы чечевицы по признакам в полуобеспеченной богаре Алматинской области среднее за 2023-2025 годы

№	Признак	Диапазон значений	Выделенные сортообразцы
1	Высота растений (высокостебельные)	34,4 – 49,0 см	pl-76, 72-pl-30, 11502, 33209, pl-54, pl-28, 72-pl-28, 11509, 9319, pl-84, 11521, 39233/1, K-1975, 39102, 39207, 33113, 9221, 39131, 11505, 23202, 9232, 23107, 72-pl-43, LC46000170L, 72-pl-29, 72-pl-19, LC46000128L, 72-pl-18, 72-pl-26, 23222, 23108, LC04600023L
2	Высота прикрепления нижних бобов	20,0 – 27,4 см	Ozbek, Ceren, LC46000170L, 9322, 23222, 23108, K-1975, 11119, LC04600023L, 11417
3	Количество боковых ветвей	3,2 – 5,4 шт.	9213, pl-149, 39211, 11502, 9324, pl-150, 72-pl-42, pl-29, 11130, pl-20, 9207, K-1975, pl-93, pl-94, pl-64, pl-102, pl-103, 9308, Ceren, pl-84, 72-pl-30, 72-pl-34, 9323, 11124, 9317, 11435, 11417, 11418, 010S96105-1, 11002, 11017, 2788
4	Количество продуктивных узлов	60,2 – 73,6 шт.	39108, 9327, pl-101, 9323, 72-pl-43, 72-pl-36, 39106, pl-84, pl-99, pl-100, pl-95, 72-pl-24, 9308
5	Количество бобов с растения	80,2 – 130,4 шт.	Alugaji, 11125, 9321, 9301, 72-pl-42, pl-141, 11130, 72-pl-34, pl-100, pl-99, 39106, pl-19, 72-pl-44, pl-72, pl-86, pl-76, pl-22, pl-101, 9313, 11117, pl-84, 72-pl-47, 72-pl-36, 72-pl-24, 39108, 9308, 72-pl-23, 72-pl-43, 11124, 9323, 9327
6	Масса семян с одного растения	2,0 – 3,0 г	9205, 9207, 11420, 11516, 39131, 39121, 23224, 39108, 11519, 11526, 39110, 39111, 33203, Flip 97-18-1, 33209, 39232, 6434, 010S96105-1, Фиолетовый, 11017, 11035, 2788, 9229
7	Масса 1000 семян	42,0 – 56,0 г	9228, 11112, 11505, 11502, 39110, 11417, 39232, 5423, 9201, 010S96130-6, 11419, Киз-20, 840, 11034, 11026, 11031, 11119, 9226
8	Происхождение	Из разных стран	Икарда, Сербия, Россия, Таджикистан, Турция, Узбекистан

Нами был проведён корреляционный анализ взаимосвязей между хозяйственно-ценными признаками растений. Корреляционный анализ позволил выявить степень и направление взаимосвязей между исследуемыми признаками и определить структурные компоненты формирования продуктивности растений (рисунок 4). В результате проведённого корреляционного анализа установлены следующие закономерности взаимосвязей между исследуемыми признаками. Между количеством бобов с растения и числом продуктивных узлов выявлена очень сильная положительная корреляционная связь (r = 0,881). Полученные значения свидетельствуют о высокой степени сопряжённости признаков и указывают на то, что увеличение числа продуктивных узлов является основным структурным фактором формирования урожайности (Рисунки 4,5).

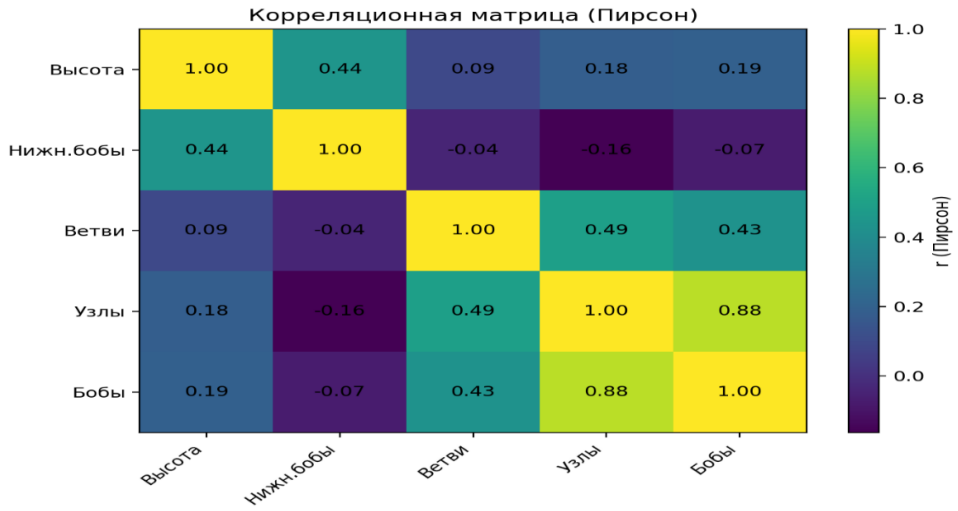


Рисунок 4 – Корреляционная матрица хозяйственно-ценных признаков растений (коэффициент Пирсона)

Связь между количеством боковых ветвей и числом продуктивных узлов характеризуется как умеренная положительная (r = 0,493). Это позволяет предположить, что увеличение ветвистости растений способствует формированию большего количества узлов, потенциально участвующих в образовании бобов (рисунок 4).

Между количеством боковых ветвей и числом бобов с растения также установлена умеренная положительная зависимость (r = 0,432). Данная взаимосвязь, вероятно, носит опосредованный характер и реализуется через увеличение числа продуктивных узлов (рис. 4).

Корреляция между высотой растения и высотой прикрепления нижних бобов является умеренной положительной (r = 0,445), что свидетельствует о закономерном повышении уровня расположения нижних бобов у более высоких растений (рисунок 4).

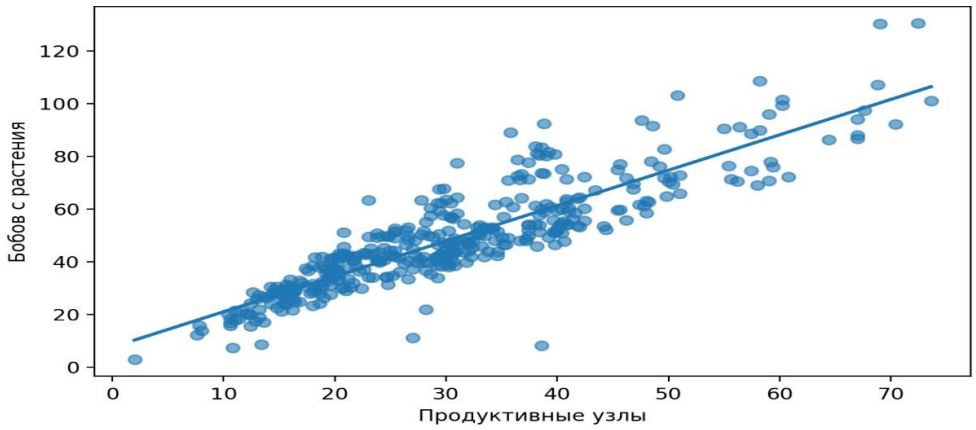


Рисунок 5 – Зависимость числа бобов с растения от количества продуктивных узлов

Связь высоты растения с числом бобов носит слабый положительный характер (r ≈ 0,195), что свидетельствует о незначительном прямом влиянии данного признака на общую продуктивность (рисунок 6). Корреляция между высотой прикрепления нижних бобов и числом бобов практически отсутствует и имеет слабое отрицательное направление (r ≈ – 0,075;), что позволяет заключить, что данный морфологический показатель не оказывает существенного влияния на формирование урожайности.

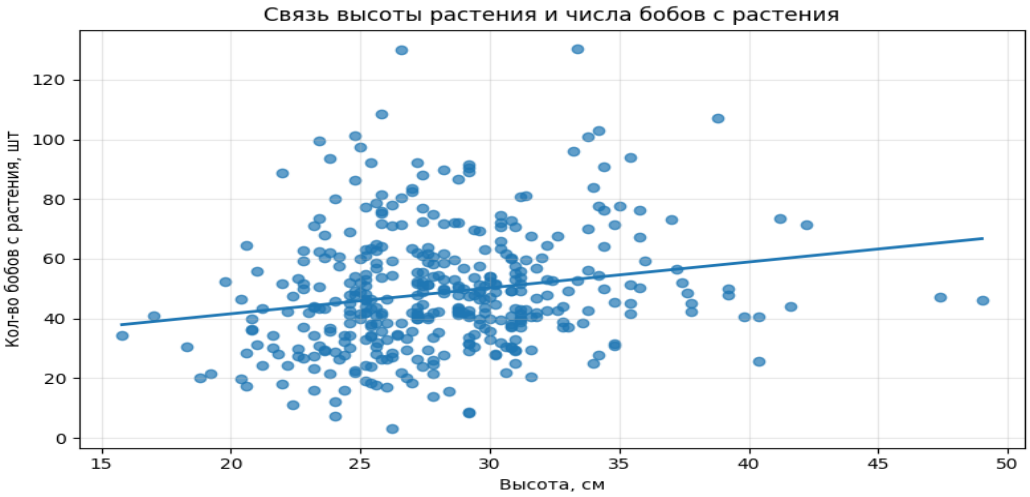


Рисунок 6 – Связь высоты растения и числа бобов с растения

Как утверждает В.И. Зотиков, наиболее распространенным методом для создания новых высокоурожайных сортов является гибридизация между различными сортами и подвидами, простые и сложные скрещивания с использованием форм, обладающих хозяйственно ценными признаками [14]. В 2025 году проведено скрещивание по 4-м селекционным направлениям (урожайность, пригодность к механизированной уборке, содержание белка, крупность семян) (рисунок 7).



Рисунок 7 – Гибридизация чечевицы

Гибридизация проводилась с 04 июня по 16 июня. В ходе гибридизации было

проведено 20 комбинаций скрещиваний различных сортообразцов чечевицы. Общее количество опылённых цветков составило 644, из которых было получено 41 гибридное семя, средний показатель завязываемости составил – 6,36%**.** Анализ полученных данных показал значительную вариабельность по уровню завязываемости семян в различных комбинациях. Наиболее удачными гибридными комбинациями отмечена в комбинации ♀11418 × ♂Шырайлы – 18,8 % (13 семян из 69 опылённых цветков). Сравнительно высокий показатель также получен при скрещивании ♀Шырайлы × ♂Фиолетовый – 14,2 % (1 семя из 7), а также ♀9228 × ♂9207 – 13,04 % (3 семени из 23). Комбинация ♀010S96105-1 × ♂010S96130-6 обеспечила 12,5 % (2 семени из 16), а ♀11419 × ♂Шырайлы – 11,1 % (3 семени из 27).

Средний уровень эффективности (4–9 %) отмечен у комбинаций ♀11435 × ♂5423 (8,8 %), ♀Киз-20 × ♂840 (5,5 %), ♀11417 × ♂9201 (5,0 %), ♀11502 × ♂39212 (4,76 %), ♀9204 × ♂9205 (4,0 %) и ♀9216 × ♂9213 (3,8 %).

В ряде комбинаций гибридные семена получены не были (0 %), что может быть обусловлено генетической несовместимостью родительских форм, низкой жизнеспособностью пыльцы, неблагоприятными погодными условиями в период цветения либо физиологическими особенностями материнских компонентов. К таким комбинациям относятся ♀Киз-20 × ♂Фиолетовый, ♀840 × ♂Киз-20, ♀11001 × ♂11002, ♀11017 × ♂11034, ♀11026 × ♂11035, ♀11031 × ♂Шырайлы, ♀11119 × ♂2720, ♀2788 × ♂840 и ♀9229 × ♂9226.

В целом результаты гибридизации показали, что наибольшую селекционную ценность проявили комбинации с участием сорта Шырайлы, который обеспечил высокий процент завязываемости семян в нескольких вариантах скрещивания. Это позволяет рассматривать данный генотип как перспективный компонент для дальнейших гибридизационных программ (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты гибридизации чечевицы 2025 г, ТОО КазНИИЗиР

Комбинация скрещиваний		Количество опыленных цветков	Количество гибридных семян	
материнская форма♀	отцовская форма♂		шт.	%
9216	9213	78	3	3,8
9204	9205	50	2	4
9228	9207	23	3	13,04
11435	5423	34	3	8,8
11502	39212	42	2	4,76
11417	9201	40	2	5
11418	Шырайлы	69	13	18,8
010S96105-1	010S96130-6	16	2	12,5
11419	Шырайлы	27	3	11,1
Киз-20	Фиолетовый	16	-	0
Киз-20	840	127	7	5,5
840	Киз-20	68	-	0
11001	11002	5	-	0
11017	11034	7	-	0
11026	11035	6	-	0
11031	Шырайлы	8	-	0
11119	2720	5	-	0
2788	840	6	-	0
9229	9226	10	-	0
Шырайлы	Фиолетовый	7	1	14,2
Итого		644	41	6,36

Данная работа выполнена в рамках Программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан по бюджетной программе 267 (BR22885414).

Выводы. В результате проведённых исследований выделены источники исходного материала по комплексу хозяйственных признаков.

Выделены сортообразцы, которые выделяются выраженностью хозяйственно-ценных и биологических признаков и свойств. Выделенные в результате комплексной оценки сортообразцы чечевицы включены в рабочую селекционную коллекцию и в дальнейшем будут использованы в селекционных программах в качестве исходного материала для гибридизации. Их привлечение направлено на усиление и закрепление хозяйственно ценных признаков – высокой урожайности, скороспелости, крупносемянности, устойчивости к абиотическим стрессам и адаптивности к условиям возделывания, – с целью создания новых конкурентоспособных сортов чечевицы. Проведено 20 комбинаций скрещиваний различных сортообразцов чечевицы. Общее количество опылённых цветков составило 644, из которых было получено 41 гибридное семя, средний показатель завязываемости составил – 6,36%**.**

Финансирования. Данное исследование проведено в рамках Программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан на 2024-2026 годы. BR22885414 «Создание высокопродуктивных сортов зернобобовых культур на основе методов современной биологии, разработка их сортовой технологии и первичного семеноводства».

Литература:

[1] **Кудайбергенов, М.С.,** Сайкенова А.Ж., Байтаракова К.Ж., Қанатқызы М., Башабаева Б.М. Исходный материал для повышения продуктивности и технологичности в селекции чечевицы // Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты, 2024. – № 02-1 (special). – С. 5–15. https://doi.org/10.37884/2-1-2024/534

[2] **Сайкенова, А.Ж.,** Кудайбергенов М.С., Қанатқызы М. Особенности взаимосвязей хозяйственноценных признаков у сортообразцов чечевицы // Вестник Кызылординского университета имени Коркыт Ата, 2023. – № 1(64). – С. 49–61. https://doi.org/10.52081/bkaku.2023.v64.i1.001

[3**] Saikenova, A.Zh.,** Kudaibergenov M.S., Nurgassenov T.N., Saikenov B.R., Didorenko S.V. Crop Yield and Quality of Lentil Varieties in the Conditions of the Southeast of Kazakhstan // OnLine Journal of Biological Sciences, 2021. – Vol. 21, No. 1. – P. 33–40. https://doi.org/10.3844/ojbsci.2021.33.40

[4] **Saikenova, A.Zh.,** Kudaibergenov M.S., Kanatkyzy M., Saken G.S., Baitarakova K.Zh., Abildaeva J.B., Nussipbay K. Optimizing Lentil Breeding Models for South-East Kazakhstan: Yield, Adaptability, and Protein Enhancement // OnLine Journal of Biological Sciences. – 2025. – P. 674–683. https://doi.org/10.3844/ojbsci.2025.674.683

[5] **Коровин, А.И.** Растения и экстремальные температуры. – Л.: [б. и.], 1984. – 272 с.

[6] **Levitt, J.** Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol. 1: Chilling, Freezing and High Temperature Stresses. – New York: Academic Press, 1980. – 426 p.

[7] **Priya, S.,** Bansal R., Kumar G., Dikshit H.K., Kumari J., Pandey R., Singh A.K., Tripathi K., Singh N., Kumari N.P., Kumar S. Root Trait Variation in Lentil (Lens culinaris Medikus) Germplasm under Drought Stress // Plants, 2021. – Vol. 10. – Art. 2410–2421. https://doi.org/10.3390/plants10112410

[8] **Zeroual, A.,** Baidani A., Idrissi O. Drought Stress in Lentil (Lens culinaris Medik) and Approaches for Its Management // Horticulturae, 2022. – Vol. 9. – P. 1–25. https://doi.org/10.3390/horticulturae9010001

[9] **Singh, M.,** Kumar S., Mehra R., Sood S., Malhotra N., Sinha R., Jamwal S., Gupta V. Evaluation and Identification of Advanced Lentil Interspecific Derivatives Resulted in the Development of Early Maturing, High Yielding, and Disease-Resistant Cultivars under Indian Agro-Ecological Conditions // Frontiers in Plant Science, 2022. – Vol. 13. – Art. 936572. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.936572

[10] **Choukri, H.,** Hejjaoui K., El-Baouchi A., El Haddad N., Smouni A., Maalouf F., Thavarajah D., Kumar S. Heat and Drought Stress Impact on Phenology, Grain Yield, and Nutritional Quality of Lentil

(Lens culinaris Medikus) // Frontiers in Nutrition. – 2020. – Vol. 7. – Art. 596307. https://doi.org/10.3389/fnut.2020.596307

[11] **Маракаева, Т.В.** Семенная продуктивность перспективных образцов чечевицы в Омской области // Вестник Вятского ГАТУ, 2021. – № 4(10).

[12] **Доспехов, Б.А**. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Книга по Требованию, 2012. – 352 с.

[13] **Вишнякова, М.А.,** Буравцева Т.В., Булынцев С.В. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания. – СПб.: ВИР, 2010. – 142 с.

[14] **Зотиков, В.И.,** Полухин А.А., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Хмызова Н.Г. Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений // Зернобобовые и крупяные культуры, 2020. – № 4(36).

[15] **Рокицкий, П.Ф.** Биометрия. – Минск: Высшая школа, 1973. – 320 с.

References:

[1] **Kudaibergenov, M.S.,** Saikenova A.Zh., Baitarakova K.Zh., Kanatkyzy M., Bashabaeva B.M. Iskhodnyi material dlya povysheniya produktivnosti i tekhnologichnosti v selektsii chechevitsy // Izdenister, natizheler – Issledovaniya, rezul'taty, 2024. – No. 02-1 (special). – P. 5–15. https://doi.org/10.37884/2-1-2024/534 [in Russian]

[2] **Saikenova, A.Zh.,** Kudaibergenov M.S., Kanatkyzy M. Osobennosti vzaimosvyazei khozyaistvenno-tsennykh priznakov u sortoobraztsov chechevitsy // Vestnik Kyzylordinskogo universiteta imeni Korkyt Ata, 2023. – No. 1(64). – P. 49–61. https://doi.org/10.52081/bkaku.2023.v64.i1.001 [in Russian]

[3] **Saikenova, A.Zh.,** Kudaibergenov M.S., Nurgassenov T.N., Saikenov B.R., Didorenko S.V. Crop Yield and Quality of Lentil Varieties in the Conditions of the Southeast of Kazakhstan // OnLine Journal of Biological Sciences, 2021. – Vol. 21, No. 1. – P. 33–40. https://doi.org/10.3844/ojbsci.2021.33.40

[4] **Saikenova, A.Zh.,** Kudaibergenov M.S., Kanatkyzy M., Saken G.S., Baitarakova K.Zh., Abildaeva J.B., Nussipbay K. Optimizing Lentil Breeding Models for South-East Kazakhstan: Yield, Adaptability, and Protein Enhancement // OnLine Journal of Biological Sciences, 2025. – P. 674–683. https://doi.org/10.3844/ojbsci.2025.674.683

[5] **Korovin, A.I.** Rasteniya i ekstremal'nye temperatury. – L.: [b. i.], 1984. – 272 p. [in Russian]

[6] **Levitt, J.** Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol. 1: Chilling, Freezing and High Temperature Stresses. – New York: Academic Press, 1980. – 426 p.

[7] **Priya, S.,** Bansal R., Kumar G., Dikshit H.K., Kumari J., Pandey R., Singh A.K., Tripathi K., Singh N., Kumari N.P., Kumar S. Root Trait Variation in Lentil (Lens culinaris Medikus) Germplasm under Drought Stress // Plants, 2021. – Vol. 10. – Art. 2410–2421. https://doi.org/10.3390/plants10112410

[8] **Zeroual, A.,** Baidani A., Idrissi O. Drought Stress in Lentil (Lens culinaris Medik) and Approaches for Its Management // Horticulturae, 2022. – Vol. 9. – P. 1–25. https://doi.org/10.3390/horticulturae9010001

[9] **Singh, M.,** Kumar S., Mehra R., Sood S., Malhotra N., Sinha R., Jamwal S., Gupta V. Evaluation and Identification of Advanced Lentil Interspecific Derivatives Resulted in the Development of Early Maturing, High Yielding, and Disease-Resistant Cultivars under Indian Agro-Ecological Conditions // Frontiers in Plant Science, 2022. – Vol. 13. – Art. 936572. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.936572

[10] **Choukri, H.,** Hejjaoui K., El-Baouchi A., El Haddad N., Smouni A., Maalouf F., Thavarajah D., Kumar S. Heat and Drought Stress Impact on Phenology, Grain Yield, and Nutritional Quality of Lentil (Lens culinaris Medikus) // Frontiers in Nutrition, 2020. – Vol. 7. – Art. 596307. https://doi.org/10.3389/fnut.2020.596307

[11] **Marakaeva, T.V.** Semennaya produktivnost' perspektivnykh obraztsov chechevitsy v Omskoi oblasti // Vestnik Vyatskogo GATU, 2021. – No. 4(10). [in Russian]

[12] **Dospekhov, B.A.** Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovanii). – Moscow: Kniga po Trebovaniyu, 2012. – 352 p. [in Russian]

[13] **Vishnyakova, M.A.,** Buravtseva T.V., Bulyntsev S.V. Kollektsiya mirovykh geneticheskikh resursov zernovykh bobovykh VIR: popolnenie, sokhranenie i izuchenie: metodicheskie ukazaniya. – Saint Petersburg: VIR, 2010. – 142 p. [in Russian]

[14] **Zotikov, V.I.,** Polukhin A.A., Gryadunova N.V., Sidorenko V.S., Khmyzova N.G. Razvitie

proizvodstva zernobobovykh i krupyanykh kul'tur v Rossii na osnove ispol'zovaniya selektsionnykh dostizhenii // Zernobobovye i krupyanye kul'tury, 2020. – No. 4(36). [in Russian]

[15] **Rokitskii, P.F.** Biometriya. – Minsk: Vysshaya shkola, 1973. – 320 p. [in Russian]

ЖОҒАРЫ ӨНІМДІЛІККЕ СЕЛЕКЦИЯЛАУҒА АРНАЛҒАН ЖАСЫМЫҚТЫҢ БАСТАПҚЫ МАТЕРИАЛЫ

Сайкенова А.Ж.*, PhD
Құдайбергенов М.С., биология ғылымдарының докторы, профессор
Байтаракова К.Ж., 8D08113 – «Өсімдіктер селекциясы» ББББ-ның 3 курс докторанты
Қанатқызы М., 8D08113 – «Өсімдіктер селекциясы» ББББ-ның 3 курс докторанты
Ибаш Н., ауыл шаруашылығы магистрі

Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Алмалыбақ а., Қазақстан

Аңдатпа. Қазақстанның оңтүстік-шығысында жасымықтың генетикалық қоры кешенді бағаланып, нәтижесінде гибридизация жүргізу үшін шаруашылыққа құнды белгілері жоғары сортүлгілер іріктеліп алынды. Зерттеу жаңа жоғары өнімді, ерте пісетін және ірі тұқымды сорттарды жасауға бағытталған. Өсімдіктің шаруашылыққа құнды белгілері арасындағы өзара байланыстарға корреляциялық талдау жүргізілді. Өсімдіктегі бұршақ саны мен өнімді буындар саны арасында өте жоғары оң корреляциялық байланыс анықталды (r = 0,881). Жанама бұтақтар саны мен өнімді буындар саны арасындағы байланыс орташа оң деңгейде сипатталады (r = 0,493). Сондай-ақ жанама бұтақтар саны мен өсімдіктегі бұршақ саны арасында орташа оң тәуелділік анықталды (r = 0,432). Өсімдік биіктігі мен төменгі бұршақтың бекіну биіктігі арасындағы корреляция орташа оң деңгейде болды (r = 0,445).

Әртүрлі сортүлгілер арасында 20 будандастыру комбинациясы жүргізілді. Барлығы 644 гүл қолдан тозаңдандырылып, нәтижесінде 41 гибридті тұқым алынды, орташа тұқым байлану көрсеткіші 6,36%-ды құрады.

Алынған деректерді талдау әртүрлі будандастыру комбинацияларында тұқым байлану деңгейінің айтарлықтай өзгермелілігін көрсетті.

Ең жоғары тұқым байлану көрсеткіші ♀11418 × ♂Шырайлы комбинациясында анықталды – 18,8 % (69 тозаңдандырылған гүлден 13 тұқым). Салыстырмалы түрде жоғары нәтиже ♀Шырайлы × ♂Фиолетовый комбинациясында – 14,2 % (7 гүлден 1 тұқым), сондай-ақ ♀9228 × ♂9207 комбинациясында – 13,04 % (23 гүлден 3 тұқым) байқалды. ♀010S96105-1 × ♂010S96130-6 комбинациясында тұқым байлануы 12,5 % (16 гүлден 2 тұқым), ал ♀11419 × ♂Шырайлы комбинациясында 11,1 % (27 гүлден 3 тұқым) болды.

Тірек сөздер: селекция, жасымық, сортүлгі, өнімділік, коллекция, гибридизация.

SOURCE MATERIAL OF LENTIL FOR BREEDING FOR HIGH PRODUCTIVITY

Saikenova A.Zh., PhD
Kudaibergenov M.S., Doctor of Biological Sciences, Professor
Baitarakova K.Zh., Doctoral Student 3year – 8D08113 «Plant Breeding»
Kanatkyzy M., Doctoral Student 3year – 8D08113 «Plant Breeding»
Ibash N., master of Agricultural Sciences

Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing, Almalybak, Kazakhstan

Annotation. A comprehensive evaluation of lentil germplasm was carried out in the south-eastern region of Kazakhstan. Based on the results, accessions possessing desirable agronomic traits were identified and selected for hybridization aimed at developing new high-yielding, early-maturing, and large-seeded varieties. A correlation analysis was conducted to determine the relationships among economically valuable plant traits. A very strong positive correlation was found between the number of pods per plant and the

number of productive nodes (r = 0.881). The relationship between the number of lateral branches and the number of productive nodes was characterized as moderately positive (r = 0.493). A moderate positive correlation was also established between the number of lateral branches and the number of pods per plant (r = 0.432). The correlation between plant height and the height of the lowest pod attachment was moderate and positive (r = 0.445).

Twenty crossing combinations among different lentil accessions were performed. A total of 644 flowers were pollinated, resulting in 41 hybrid seeds, with an average seed set rate of 6.36%.

Analysis of the obtained data showed considerable variation in seed set among the different hybrid combinations. The highest seed set was observed in the hybrid combination ♀11418 × ♂Shyraily, reaching 18.8% (13 seeds from 69 pollinated flowers). A relatively high seed set was also obtained in the combinations ♀Shyraily × ♂Fioletovyi – 14.2% (1 seed from 7 pollinated flowers) and ♀9228 × ♂9207 – 13.04% (3 seeds from 23 pollinated flowers). The hybrid combination ♀010S96105-1 × ♂010S96130-6 showed a seed set of 12.5% (2 seeds from 16 pollinated flowers), while ♀11419 × ♂Shyraily had a seed set of 11.1% (3 seeds from 27 pollinated flowers).

Keywords: breeding, lentil, accession, yield, collection, hybridization.

МРНТИ: 633.11:631.523 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.358

ПРОЯВЛЕНИЕ ГЕТЕРОЗИСНОГО ЭФФЕКТА ГИБРИДАМИ F1 И F2 ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Саянов А.Т.[1,2], магистр сельскохозяйственных наук, аспирант 4 курса по специальности – 4.1.1. «Общее земледелие и растениеводство»
aidos_sayanov@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-6594-2160
Бабайцева Т.А.[2], доктор сельскохозяйственных наук, доцент
taan62@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-3784-0025
Шелаева Т.В[1], старший научный сотрудник
https://orcid.org/0000-0001-7328-572X
Савин Т.В.[1,3], кандидат биологических наук
savintimur_83@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-3550-647X
Ахметов Б.С.[1,2], магистрант 2-курса по специальности – 14152 «Селекция семеноводство сельскохозяйственных культур», младший научный сотрудник bakhtiyar.akhmetov.81@mail.ru

[1] *ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А. И. Бараева», п.Шортанды, Казахстан*
[2]*ФГБОУ ВО Удмуртский государственный аграрный университет, Ижевск, Россия*
[3]*«STEV AGRO» Астана, Казахстан*

Аннотация. В статье представлены результаты исследования проявления гетерозисного эффекта у гибридов первого (F_1) и второго (F_2) поколений яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Казахстана. Исследования проведены в 2023-2024 гг. на опытном стационаре ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева». В качестве исходного материала использованы 16 сортов различного эколого-географического происхождения, вовлечённых в прямые и обратные скрещивания. Оценка гибридных комбинаций выполнена по комплексу хозяйственно ценных признаков, включая урожайность, количество зерен в главном колосе, массу зерна с колоса и массу 1000 зерен. Гетерозис рассчитывали по отношению к лучшей родительской форме, а степень депрессии определяли во втором поколении гибридов. Установлено, что проявление гетерозисного эффекта имеет выраженный вариабельный характер и зависит как от генотипических особенностей родительских форм, так и от условий года выращивания. Выявлены гибридные комбинации, характеризующиеся высоким уровнем гетерозиса и сравнительно низкой депрессией признаков в поколении F_2, что свидетельствует об их высокой селекционной ценности. Полученные результаты могут быть использованы при создании новых высокопродуктивных, адаптивных и устойчивых сортов яровой мягкой пшеницы для условий Северного Казахстана.

Ключевые слова: урожайность, элементы структуры урожайности, гетерозис, депрессия, селекционная ценность.

Введение. Яровая мягкая пшеница является одной из важнейших зерновых культур в Казахстане и играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности страны [1; 2]. Повышение урожайности и стабильности производства зерна в условиях изменчивого климата остается одной из приоритетных задач современной селекции [3, 4]. В этой связи особое значение приобретает использование генетического разнообразия и создание гибридных форм с улучшенными хозяйственно ценными признаками [5].

Одним из эффективных направлений селекционной работы является изучение и использование явления гетерозиса, проявляющегося в повышении продуктивности гибридов первого поколения (F1) по сравнению с родительскими формами [6, 7]. Гетерозисный эффект может выражаться в увеличении урожайности, улучшении структуры урожая, а также в повышении адаптивности растений к неблагоприятным условиям среды [8]. Однако степень проявления гетерозиса и его сохранение в последующих поколениях остаются недостаточно изученными, особенно в условиях резко континентального климата Северного Казахстана [9, 10].

Известно, что во втором поколении гибридов (F2) вследствие расщепления признаков

и увеличения доли гомозиготных форм часто наблюдается снижение уровня продуктивности, известное как инбредная депрессия. Вместе с тем в ряде случаев возможно сохранение или даже усиление отдельных признаков за счет формирования трансгрессивных форм, представляющих значительный интерес для селекционной практики.

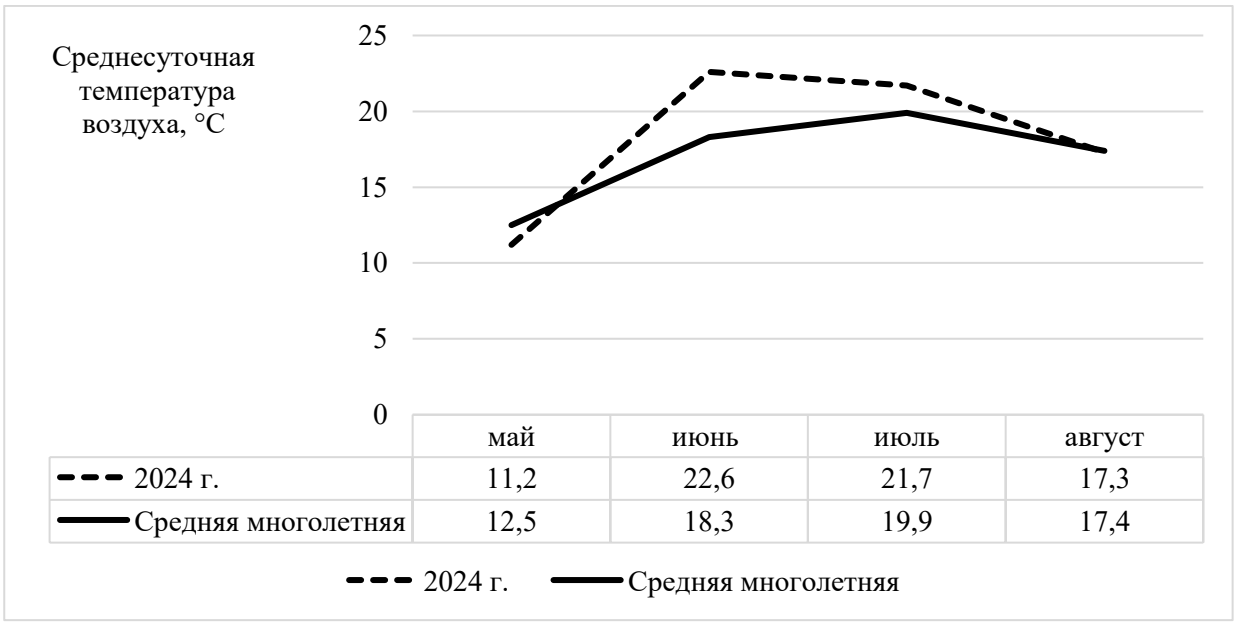
В этой связи целью исследований было выявление перспективных гибридных комбинаций яровой мягкой пшеницы на основе анализа первого и второго поколений. Для этого оценивались гетерозисный эффект по урожайности и элементам ее структуры в F1 и F2, а также рассчитывался уровень депрессии признаков в F2.

Материалы и методы исследования. Полевые исследования проведены на опытном стационаре лаборатории яровой мягкой пшеницы в ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева». В 2022 г. были проведены прямые и обратные скрещивания с привлечением 16 сортов казахстанской и российской селекции.

В 2024 г. изучали гибриды F1 и F2 совместно с родительскими формами, высевая их по схеме: P♀, F1, F2, P♂. Опыт полевой однофакторный, без повторений. Площадь однорядковой делянки 0,2 м^2. На каждый рядок было высеяно 25 семян. В питомнике высевали 2 стандарта – сорта Астана, Целинная юбилейная.

Оценки и наблюдения проведены в соответствии с общепринятыми методиками [11, 12, 13]. Урожайность зерна определена путем поделяночного взвешивания и приведена к 100% чистоте и 14% влажности [14, 15]. Структура урожайности проведена по методикам Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [16, 17].

Метеорологические условия в период проведения исследований были оптимальными для формирования урожайности яровой пшеницы (рис. 1, 2).



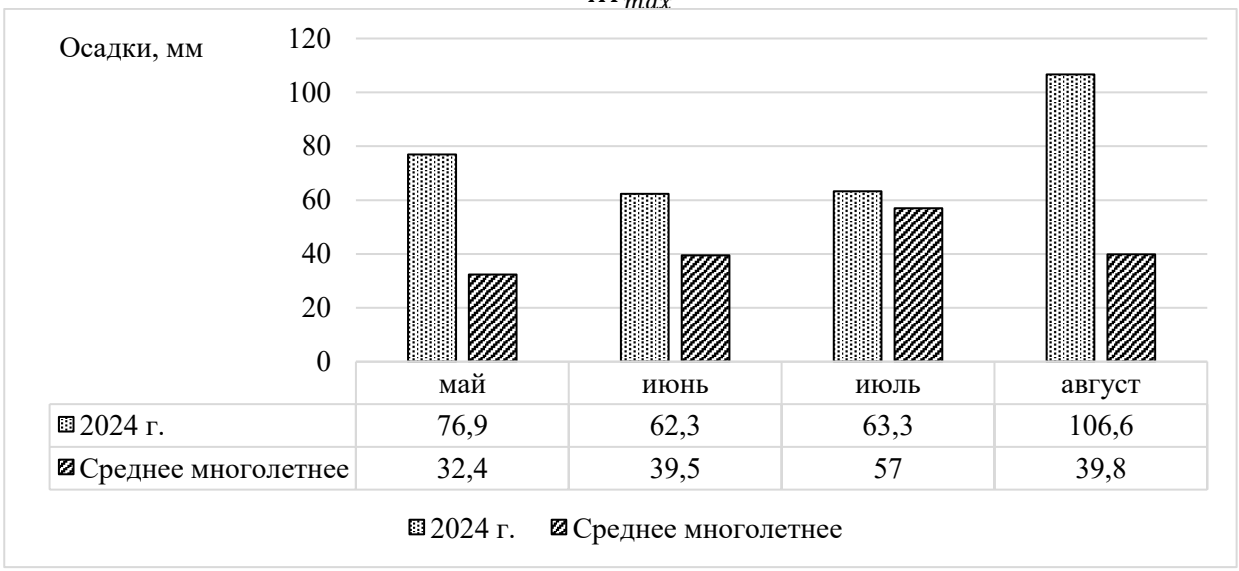
	май	июнь	июль	август
2024 г.	11,2	22,6	21,7	17,3
Средняя многолетняя	12,5	18,3	19,9	17,4

Рисунок 1 – Среднесуточная температура воздуха за период вегетации яровой пшеницы, ºС.

Дождливая и холодная погода в мае отодвинула сроки посева, опыт был заложен только 30 мая. В июне и июле стояла жаркая с достаточным количеством осадков погода, ГТК в эти месяцы составил 0,9. Август был прохладным и очень влажным (ГТК = 2,0). Таким образом, в целом за период вегетации яровой пшеницы метеорологические условия характеризовались как влажные (ГТК = 1,3).

Для определения гетерозисного эффекта показатель гибрида F1 сравнивали с показателем лучшей родительской формы [18]:

$$Г = \frac{(XF_1 - XP_{max})}{XP_{max}} \times 100,$$



	май	июнь	июль	август
2024 г.	76,9	62,3	63,3	106,6
Среднее многолетнее	32,4	39,5	57	39,8

Рисунок 2 – Количество выпавших осадков за период вегетации яровой пшеницы, мм.

где, Г – степень гетерозисного эффекта, %; XF_1 – среднее значение признака у гибрида F1; XP_{max} – среднее значение признака у родителя с бóльшим выражением признака.

Степень изменения уровня признаков второго поколения в сравнении с первым определяли по формуле, предложенной Д. С. Омаровым [19]:

$$Д(\%) = \frac{F_1 - F_2}{F_1} \times 100 \quad (1)$$

где, Д – уровень депрессии, %; F_1 – величина показателя в первом поколении гибрида; F_2 – величина показателя во втором поколении гибрида.

Результаты и их обсуждение. Под термином «гетерозис» понимают совокупность положительных биологических и хозяйственно ценных эффектов, приводящих к превосходству гибридов первого поколения (F1) над исходными родительскими формами по уровню продуктивности, жизнеспособности и адаптивности. Данное явление обусловлено сложным взаимодействием генетических факторов, включая доминирование, сверхдоминирование и эпистаз, что обеспечивает более эффективное использование генетического потенциала гибридов. В практической селекции самоопыляющихся культур, к которым относится яровая мягкая пшеница, оценка гетерозисного эффекта в ранних поколениях гибридов имеет важное значение для прогнозирования их селекционной ценности. Анализ выраженности гетерозиса позволяет выявить перспективные комбинации скрещивания, способные формировать высокопродуктивные генотипы. Кроме того, изучение гетерозиса способствует более глубокому пониманию наследования количественных признаков и повышает эффективность отбора на ранних этапах селекционного процесса.

Урожайность как родительских форм, так и гибридов в опыте сильно варьировала (Cv = 39,5 %) и изменялась от 18,0 до 239,5 г/м^2. Сравнение средней урожайности гибридов F1 и F2 показало преимущество последних: средняя по опыту урожайность гибридов F1 составила 111,8 г/м^2, гибридов F2 – 145,8 г/м^2, или выше на 30 %. Анализ урожайности и элементов ее структуры гибридов выявил как повышение показателей относительно родительских форм, так и их снижение. Расчет гетерозисного эффекта подтвердил полученные данные (таблица 1). Величину гетерозиса по всем признакам рассчитывали относительно показателя лучшего родителя в каждой гибридной комбинации. Анализ результатов показал проявление гетерозиса по всем признакам только у трех гибридов.

Таблица 1 – Оценка гетерозисного эффекта гибридами F1 и F2 яровой мягкой пшеницы, %

Гибрид	Поколение гибрида	Урожайность	Количество зерен в колосе	Масса зерна с колоса	Масса 1000 зерен
Авиада х Орал	F1	6,9	-4,3	-1,2	3,2
	F2	-52,4	-28,1	-19,3	12,3
Орал х Авиада	F1	-72,7	-28	-25,3	4
	F2	-51	-28,6	-38,6	-13,9
Астана х Омская 35	F1	-11	-7	0	7,5
	F2	46,8	-0,3	6,9	7,5
Омская 35 х Астана	F1	42,8	3,3	26,4	22,6
	F2	66,1	-1,3	12,5	14,2
Астана 2 х Омская 36	F1	-18,6	3,9	23,9	19,2
	F2	62,2	28,6	38,8	7,9
Омская 36 х Астана 2	F1	-9	-9,6	7,5	19,2
	F2	-36,6	-12,5	-6	7,5
Астана 2 х Омская 38	F1	-0,1	2,2	22,2	19,3
	F2	43	-2,8	13,9	17,1
Омская 38 х Астана 2	F1	10	0	4,2	3,9
	F2	31,6	-26,3	-30,6	-5,7
Айна х Целинная юбилейная	F1	-23,9	-18,7	-26,6	-9,5
	F2	28,4	-7,5	-23,4	-17
Целинная юбилейная х Айна	F1	-25,6	31,9	42,6	8,1
	F2	68,1	6	1,1	-4,6
Карабалыкская озимая яровизированная х Татьяна	F1	-86,7	-10,9	-27,5	-18,6
	F2	-32,7	-15	-36,2	-25,1
Татьяна х Карабалыкская озимая яровизированная	F1	-64,9	0	-4,3	-4,2
	F2	7,4	-9,3	-5,8	3,7
Серебрина х Шортандинская 2007	F1	-35,9	14,1	10,3	-3,5
	F2	-42,2	6,2	-13,8	-18,9
Шортандинская 2007 х Серебрина	F1	-52,7	-2,3	-15,5	-13,7
	F2	-30,3	15,6	5,2	-9,3
Тауелсиздик 20 х Тюменская 32	F1	-38,7	3,6	28,4	9,8
	F2	-20,8	-10,6	13,4	12,3
Тюменская 32 х Тауелсиздик 20	F1	1,6	-6,9	6	0,7
	F2	-28,1	-3,3	-4,5	-12,3
Тюменская 32 х Целина 50	F1	85,3	-4,3	6,8	-9,2
	F2	-18,9	-20,7	-5,1	-2,9
Целина 50 х Тюменская 32	F1	-44,5	-14,4	27,1	20,6
	F2	94,1	-7,9	37,3	21

В гибридной популяции Омская 35 х Астана он проявился в F1, но по количеству зерен в колосе он был слабым и не сохранился во в F2. У гибрида Астана 2 х Омская 36 в F1 по урожайности проявилась депрессия, но в F2 по всем признакам был отмечен гетерозис. В популяции F1 Омская 38 х Астана 2 слабый гетерозисный эффект проявился по урожайности, массе 1000 зерен и массе зерна с колоса, но количество зерен в колосе было на уровне лучшего родителя; в F2 гетерозисный эффект усилился по урожайности, но по остальным показателям проявилась депрессия.

Гибриды F1 Астана 2 х Омская 36, Целинная юбилейная х Айна и Тауелсиздик 20 х Тюменская 32 проявили гетерозис по масса 1000 зерен, количеству и массе зерна с колоса, но урожайность их была ниже, чем у лучшего родителя.

Гетерозисный эффект был отмечен в F2 гибридов Астана х Омская 35, Омская 35 х Астана, Астана 2 х Омская 38 по урожайности, массе 1000 зерен и массе зерна с колоса, но количеству зерен в колосе показатели были ниже, чем у лучшего родителя.

У гибрида F2 Целинная юбилейная х Айна гетерозис проявился по урожайности, количеству и массе зерна с колоса, но масса 1000 зерен была ниже, чем у лучшего родителя.

На основании анализа комплекса показателей считаем, что перечисленные гибридные популяции имеют высокую селекционную ценность и могут быть использованы для дальнейшей работы с целью улучшения хозяйственно важных показателей. Хотя по поводу прогнозирования ценности гибридных комбинаций в ранних поколениях имеются разные мнения. И. В. Коноваловой с соавторами [20] выявлено, что гибридные комбинации яровой мягкой пшеницы, у которых в F1 и F2 доминируют признаки высокой массы зерна с растения, количества зерен в колосе, продуктивной кустистости и массы зерна с главного колоса, являются наиболее ценными в селекции. Аналогичного мнения придерживаются и кировские ученые [21]. Однако прогнозирование ценности гибридной комбинации в ранних поколениях не всегда возможно. Это показала в своих исследованиях Л. В. Волкова на основе анализа сильно варьирующего показателя – урожайности [22].

В научной литературе можно встретить немало сведений о том, что второе поколение гибридов уступает первому по продуктивности [24-27]. Показатель изменения уровня изучаемых признаков второго поколения по сравнению с первым характеризуется как «депрессия» и устанавливается по соотношению признака у гибридов F1 и F2 [19]. Показатель депрессии со знаком «минус» означает, что уровень признаков возрастает у гибридов F2 по сравнению с F1, то есть наблюдается усиление признака.

В наших исследованиях расчет уровня депрессии в гибридных популяциях F2 относительно F1 выявил в отдельных комбинациях усиление одного или нескольких признака (таблица 2). Сохранение гетерозиса в последующих поколениях, возможно, связано с выщеплением трансгрессивных генотипов.

Таблица 2 – Коэффицент депрессии у гибридов второго поколения, %

Гибрид	Урожайность г/м^2	Длина колоса, см	Количество продуктивных колосков в колосе,шт.	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 зерен, г
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Авиада х Орал	55,5	10,0	14,8	24,8	18,3	-8,8
Орал х Авиада	-79,4	11,8	9,0	0,8	17,7	17,2
Астана х Омская 35	-65,0	-3,8	-2,1	-7,1	-6,9	0,0
Омская 35 х Астана	-16,3	-10,5	2,6	4,5	11,0	6,8
Астана 2 х Омская 36	-99,3	5,0	4,3	-23,7	-12,0	9,5
Омская 36 х Астана 2	30,4	2,6	6,6	3,2	12,5	9,8
Астана 2 х Омская 38	-43,1	0,0	-2,7	5,0	6,8	1,8
Омская 38 х Астана 2	-19,6	15,5	15,1	26,3	33,3	9,3
Айна х Целинная юбилейная	-68,7	2,3	0,7	-13,7	-4,3	8,2
Целинная юбилейная х Айна	-125,9	15,9	7,1	19,6	29,1	11,8
Карабалыкская озимая яровизированная х Татьяна	-406,7	7,9	2,7	4,5	12,0	8,0
Татьяна х Карабалыкская озимая яровизированная	-206,1	4,3	3,1	9,3	1,5	-8,3
Серебрина х Шортандинская 2007	9,8	0,0	-9,1	6,8	21,9	16,0
Шортандинская 2007 х Серебрина	-47,2	-6,8	-4,6	-18,4	-24,5	-5,1

1	2	3	4	5	6	7
Тауелсиздик 20 х Тюменская 32	-29,2	8,2	5,8	13,7	11,6	-2,3
Тюменская 32 х Тауелсиздик 20	29,2	2,5	2,9	-3,9	9,9	12,9
Тюменская 32 х Целина 50	56,2	14,3	12,9	17,1	11,1	-6,9
Целина 50 х Тюменская 32	-250,0	-4,1	-11,5	-7,7	-8,0	-0,3

По урожайности отмечено усиление признака у большинства гибридов. Наибольший гетерозис (отрицательная депрессия) проявилась в гибридных популяциях Карабалыкская озимая яровизированная х Татьяна, Целина 50 х Тюменская 32, Татьяна х Карабалыкская озимая яровизированная и Целинная юбилейная х Айна.

Частота проявления гетерозиса (отрицательной депрессии) по отдельным признакам в F2 гибридных комбинаций неодинакова. Так, по всем признакам отрицательная депрессия была выявлена в гибридных комбинациях Шортандинская 2007 х Серебрина и Целина 50 х Тюменская 32, а в комбинации Астана х Омская 35 показатель массы 1000 зерен во втором поколении остался на уровне показателя в первом поколении.

Выводы. Сравнение динамики изменения гетерозисного эффекта в первом и втором гибридных поколениях относительно лучшей родительской формы позволил выделить по большинству хозяйственно ценных признаков и считать перспективными гибридные комбинации Омская 35 х Астана, Астана 2 х Омская 36 и Омская 38 х Астана 2. Анализ изменения гетерозиса на основании коэффициента депрессии выделил комбинации Астана х Омская 35, Шортандинская 2007 х Серебрина и Целина 50 х Тюменская 32.

Перечисленные гибридные популяции имеют повышеную селекционную ценность и могут быть использованы для дальнейшей работы с целью улучшения хозяйственно важных показателей.

Финансирования. Работа выполнена в рамках программы целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан (BR24892821) «Селекция и первичное семеноводство зерновых культур для повышения потенциала продуктивности, качества и стрессоустойчивости в различных почвенно-климатических зонах Казахстана» (на 2024-2026 годы).

Литература:

[1] FAO. FAOSTAT: Crops and livestock products [Электронный ресурс]. – Rome, 2023. – Режим доступа: https://www.fao.org/faostat/ (дата обращения: 21.04.2026).

[2] USDA. World Agricultural Production [Электронный ресурс]. – Washington, 2024. – Режим доступа: https://www.usda.gov/ (дата обращения: 21.04.2026).

[3] **Ray, D.K.,** Mueller N.D., West P.C., Foley J.A.Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050 // *PLoS ONE*. – 2015. – Vol. 8(6).

[4] **Asseng, S.,** Guarin J.R., Raman M. et al. Wheat yield potential in a changing climate // *European Journal of Agronomy*. – 2019. – Vol. 100. – P. 1–12.

[5] **Коваленко, С. А**. Результаты использования озимых форм при селекции пшеницы твердой яровой на Дону / С. А. Коваленко, В. П. Кадушкина, М. А. Фоменко // Зернобобовые и крупяные культуры, 2024. – № 1(49). – С. 69-76. https://doi.org/10.24412/2309-348X-2024-1-69-76

[6] **Paril, J**, Reif J, Fournier-Level A, Pourkheirandish M. Heterosis in crop improvement. Plant J. 2024 Jan;117(1):23-32. https://doi.org/10.1111/tpj.16488 Epub 2023 Nov 16. PMID: 37971883.

[7] **Longin, C. F. H.** et al. Hybrid wheat: quantitative genetic parameters and consequences for the design of breeding programs //Theoretical and applied genetics. – 2013. – Т. 126. – №. 11. – С. 2791-2801.

[8] **Gimenez, K.** et al. Dissecting bread wheat heterosis through the integration of agronomic and physiological traits //Biology. – 2021. – Т. 10. – №. 9. – С. 907.

[9] **Schwarzwälder, L.,** Thorwarth P., Zhao Y., Longin C.F.H., Reif J.C. Hybrid wheat: quantitative genetic parameters and heterosis //*Theoretical and Applied Genetics*. – 2022. – Vol. 135. – P. 1–14.

[10] **Revell, I.** et al. Heterosis in wheat: mechanisms, benefits, and challenges in hybrid development //Journal of Experimental Botany. – 2025. – С. eraf159.

[11] Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть / под общ. ред. М. А. Федина. – Москва, 1985. – 269 с.

[12] **Зыкин, В.А.** Методика оценки сортов и гибридов зерновых культур в процессе их производственного испытания/ научно-методическое пособие. – Омск, 1992. – 36 стр.

[13] Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур/ коллективный официальный нормативно-методический труд. Под.ред П.Е. Маринича, К. Назаренко, В. В. Шпанниара и др. – Алматы, 2002.

[14] ГОСТ 30483–97. Зерно. Методы определения качества. – Введ. 1997–01–01. – М.: Издательство стандартов, 1997. – 12 с.

[15] ГОСТ 13586.5–2015. Зерно. Методы определения влажности. – Введ. 2016-07-01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 12 с. Наумкина Т.С. Диаллельный анализ и его использование в селекции гороха: Автореферат дисс. канд. с.-х. наук. – Л., 1984. – 17с.

[16] Методические указания ВИР по изучению коллекции пшеницы. – Л., 1985. – 34 с.

[17] Некоторые приёмы изучения элементов структуры урожая зерновых культур / под ред. В. А. Зыкина. – Новосибирск: СибНИИСХ, 2000. – 96 с.

[18] **Гужов, Ю.Л.,** Фукс А., Валичек П. Селекция и семеноводство культивируемых растений: Учебник / Под ред. Ю.Л. Гужова. - М.: Изд-во РУДН, 1999. – С. 296-297.

[19] **Омаров, Д.С**. К методика учета и оценки гетерозиса у растении // Сельскохозяйственная. Биология, 1975. –Т. 10. №1. – С. 123-127.

[20] **Коновалова, И. В.** Сравнительный анализ гибридов F1 яровой мягкой пшеницы при реципрокных скрещиваниях / И. В. Коновалова, П. М. Богдан, А. Г. Клыков // Дальневосточный аграрный вестник, 2019. – № 2(50). – С. 39-44. https://doi.org/10.22450/1999-6837-2019-2-39-44

[21] **Волкова, Л. В.** Изучение эффекта гетерозиса и прогноз перспективности гибридных популяций яровой пшеницы в селекции на продуктивность и засухоустойчивость / Л. В. Волкова, О. С. Амунова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, 2023. – Т. 184. – № 3. – С. 41-50. – https://doi.org/10.30901/2227-8834-2023-3-41-50

[22] **Волкова, Л. В.** Изучение гибридов яровой мягкой пшеницы по урожайности и содержанию белка / Л. В. Волкова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 2016. – № 2(51). – С. 4-8.

[23] **Коновалова, И. В.** Оценка количественных признаков гибридов яровой мягкой пшеницы при реципрокных скрещиваниях в условиях Приморского края / И. В. Коновалова, А. Г. Клыков, Г. А. Муругова // Дальневосточный аграрный вестник, 2025. – Т. 19. – № 3. – С. 9-17. https://doi.org/10.22450/1999-6837-2025-19-3-9-17

[24] **Хангильдин, В.Х.** Основные направления и генетические основы селекции // Генетика и селекция гороха. – Новосибирск: Наука, 1975. – С. 245-265.

[25] **Кривобочек, В. Г.** Итоги и перспективы селекции яровой мягкой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья / В. Г. Кривобочек; Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2018. – 180 с. – ISBN 978-5-94338-924-5.

[26] **Наумкина, Т.С.** Диаллельный анализ и его использование в селекции гороха: Автореферат дисс. канд. с.-х. наук. – Л., 1984. – 17с.

[27] **Абрамов, А. Г.** Влияние величины гетерозиса у гибридов яровой пшеницы на результативность отбора ценных трансгрессивных форм / А.Г.Абрамов, И.Н.Абрамова // Растениеводство и луговодство: сборник статей Всероссийской научной конференции с международным участием, Москва, 18–19 октября 2020 года. – Москва: ЭйПиСиПаблишинг, 2020. – С. 352-357. https://doi.org/10.26897/978-5-9675-1762-4-2020-78

References:

[1] FAO. FAOSTAT: Crops and livestock products [Jelektronnyj resurs]. – Rome, 2023. – Rezhim dostupa: https://www.fao.org/faostat/ (data obrashhenija: 21.04.2026).

[2] USDA. World Agricultural Production [Jelektronnyj resurs]. – Washington, 2024. – Rezhim dostupa: https://www.usda.gov/ (data obrashhenija: 21.04.2026).

[3] **Ray, D.K.,** Mueller N.D., West P.C., Foley J.A.Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050 // PLoS ONE. – 2015. – Vol. 8(6).

[4] **Asseng, S.,** Guarin J.R., Raman M. et al. Wheat yield potential in a changing climate // European Journal of Agronomy. – 2019. – Vol. 100. – P. 1–12.

[5] **Kovalenko, S. A.** Rezul'taty ispol'zovanija ozimyh form pri selekcii pshenicy tverdoj jarovoj na Donu / S. A. Kovalenko, V. P. Kadushkina, M. A. Fomenko // Zernobobovye i krupjanye kul'tury, 2024. – № 1(49). – S. 69-76. https://doi.org/10.24412/2309-348X-2024-1-69-76

[6] **Paril, J,** Reif J, Fournier-Level A, Pourkheirandish M. Heterosis in crop improvement. Plant J. 2024 Jan;117(1):23-32. https://doi.org/10.1111/tpj.16488 Epub 2023 Nov 16. PMID: 37971883.

[7] **Longin, C. F.** H. et al. Hybrid wheat: quantitative genetic parameters and consequences for the design of breeding programs //Theoretical and applied genetics. – 2013. – T. 126. – №. 11. – S. 2791-2801.

[8] **Gimenez, K**. et al. Dissecting bread wheat heterosis through the integration of agronomic and physiological traits //Biology. – 2021. – T. 10. – №. 9. – S. 907.

[9] **Schwarzwälder, L.,** Thorwarth P., Zhao Y., Longin C.F.H., Reif J.C.

Hybrid wheat: quantitative genetic parameters and heterosis // Theoretical and Applied Genetics. – 2022. – Vol. 135. – P. 1–14.

[10] **Revell, I.** et al. Heterosis in wheat: mechanisms, benefits, and challenges in hybrid development //Journal of Experimental Botany. – 2025. – S. eraf159.

[11] Metodika gosudarstvennogo sortoispytanija sel'skohozjajstvennyh kul'tur. Vyp. 1. Obshhaja chast' / pod obshh. red. M. A. Fedina. – Moskva, 1985. – 269 s. [in Russian]

[12] **Zykin, V.A.** Metodika ocenki sortov i gibridov zernovyh kul'tur v processe ih proizvodstvennogo ispytanija/ nauchno-metodicheskoe posobie. – Omsk, 1992. – 36 str. [in Russian]

[13] Metodika gosudarstvennogo sortoispytanija sel'skohozjajstvennyh kul'tur/ kollektivnyj oficial'nyj normativno-metodicheskij trud. Pod.red P.E. Marinicha, K. Nazarenko, V. V. Shpanniara i dr. – Almaty, 2002. [in Russian]

[14] GOST 30483–97. Zerno. Metody opredelenija kachestva. – Vved. 1997–01–01. – M.: Izdatel'stvo standartov, 1997. – 12 s. [in Russian]

[15] GOST 13586.5–2015. Zerno. Metody opredelenija vlazhnosti. – Vved. 2016-07-01. – M.: Standartinform, 2016. – 12 s. Naumkina T.S. Diallel'nyj analiz i ego ispol'zovanie v selekcii goroha: Avtoreferat diss. Kand. S.-h. nauk. – L., 1984. – 17s. [in Russian]

[16] Metodicheskie ukazanija VIR po izucheniju kollekcii pshenicy. – L., 1985. – 34 s. [in Russian]

[17] Nekotorye prijomy izuchenija jelementov struktury urozhaja zernovyh kul'tur / pod red. V. A. Zykina. – Novosibirsk: SibNIISH, 2000. – 96 s. [in Russian]

[18] **Guzhov, Ju.L.,** Fuks A., Valichek P. Selekcija i semenovodstvo kul'tiviruemyh rastenij: Uchebnik / Pod red. Ju.L. Guzhova. - M.: Izd-vo RUDN, 1999. – S. 296-297.

[19] **Omarov, D.S.** K metodika ucheta i ocenki geterozisa u rastenii // Sel'skohozjajstvennaja. Biologija, 1975. –T. 10. №1. – S. 123-127. [in Russian]

[20] **Konovalova, I. V**. Sravnitel'nyj analiz gibridov F1 jarovoj mjagkoj pshenicy pri reciproknyh skreshhivanijah / I. V. Konovalova, P. M. Bogdan, A. G. Klykov // Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik, 2019. – № 2(50). – S. 39-44. https://doi.org/10.22450/1999-6837-2019-2-39-44 [in Russian]

[21] **Volkova, L. V**. Izuchenie jeffekta geterozisa i prognoz perspektivnosti gibridnyh populjacij jarovoj pshenicy v selekcii na produktivnost' i zasuhoustojchivost' / L. V. Volkova, O. S. Amunova // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii, 2023. – T. 184. – № 3. – S. 41-50. – https://doi.org/10.30901/2227-8834-2023-3-41-50 [in Russian]

[22] Volkova, L. V. Izuchenie gibridov jarovoj mjagkoj pshenicy po urozhajnosti i soderzhaniju belka / L. V. Volkova // Agrarnaja nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2016. – № 2(51). – S. 4-8. [in Russian]

[23] **Konovalova, I. V.** Ocenka kolichestvennyh priznakov gibridov jarovoj mjagkoj pshenicy pri reciproknyh skreshhivanijah v uslovijah Primorskogo kraja / I. V. Konovalova, A. G. Klykov, G. A. Murugova // Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik, 2025. – T. 19. – № 3. – S. 9-17. https://doi.org/10.22450/1999-6837-2025-19-3-9-17 [in Russian]

[24] **Hangil'din, V.H.** Osnovnye napravlenija i geneticheskie osnovy selekcii // Genetika i

selekcija goroha. – Novosibirsk: Nauka, 1975. – S. 245-265. [in Russian]

[25] **Krivobochek, V. G.** Itogi i perspektivy selekcii jarovoj mjagkoj pshenicy v lesostepi Srednego Povolzh'ja /V.G. Krivobochek; Penzenskij nauchno-issledovatel'skij institut sel'skogo hozjajstva. – Penza: Penzenskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2018. – 180 s. [in Russian]

[26] **Naumkina, T.S.** Diallel'nyj analiz i ego ispol'zovanie v selekcii goroha: Avtoreferat diss. Kand. S.-h. nauk. – L., 1984. – 17s. [in Russian]

[27] **Abramov, A. G.** Vlijanie velichiny geterozisa u gibridov jarovoj pshenicy na rezul'tativnost' otbora cennyh transgressivnyh form / A. G. Abramov, I. N. Abramova // Rastenievodstvo i lugovodstvo: sbornik statej Vserossijskoj nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, Moskva, 18–19 oktjabrja 2020 goda. – Moskva: JejPiSiPablishing, 2020. – S. 352-357. https://doi.org/10.26897/978-5-9675-1762-4-2020-78. [in Russian]

ЖАЗДЫҚ ЖҰМСАҚ БИДАЙДЫҢ F1 ЖӘНЕ F2 ГИБРИДТЕРІНДЕ ГЕТЕРОЗИС ӘСЕРІНІҢ КӨРІНУІ

Саянов А. Т.[1,2], ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, 4.1.1. «Жалпы егіншілік және өсімдік шаруашылығы» мамандығының 4 курс аспиранты
Бабайцева Т.А.[2], ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, доцент
Шелаева Т.В[1], аға ғылыми қызметкер
Савин Т.В.[1,3], биология ғылымдарының кандидаты
Ахметов Б.С.[1,2], 14152 «Ауыл шаруашылығы дақылдарының тұқым шаруашылығы» мамандығының 2-курс магистранты, кіші ғылыми қызметкер

[1]«А. И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ҒӨО» ЖШС, Шортанды а, Қазақстан
Удмурт мемлекеттік аграрлық университеті, Ижевск қ., Ресей
[3]«STEV AGRO» Астана, Казахстан

Аңдатпа. Мақалада Солтүстік Қазақстан облысы жағдайында жаздық жұмсақ бидайдың бірінші (F_1) және екінші (F_2) ұрпақ будандарындағы гетерозис әсерінің көріну ерекшеліктерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Зерттеулер 2023–2024 жылдары «А.И. Бараев атындағы Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС тәжірибелік стационарында жүргізілді. Бастапқы материал ретінде экологиялық-географиялық шығу тегі әртүрлі 16 сорт пайдаланылып, олар тікелей және кері будандастыруға тартылды. Будан комбинациялары өнімділік және оның негізгі құрылымдық элементтері бойынша бағаланды: негізгі масақтағы дән саны, масақтағы дән массасы және 1000 дәннің массасы. Гетерозис ең жақсы ата-аналық формамен салыстыру арқылы есептелді, ал екінші ұрпақтағы белгілердің депрессия деңгейі анықталды. Зерттеу нәтижелері гетерозис әсерінің көрінуі ата-аналық формалардың генотиптік ерекшеліктеріне және өсіру жылының ауа райы жағдайларына тәуелді екенін көрсетті. F_2 ұрпағында белгілердің депрессиясы төмен және гетерозис деңгейі жоғары будан комбинациялары анықталып, олардың селекциялық құндылығы жоғары екендігі белгіленді. Алынған нәтижелер Солтүстік Қазақстан жағдайына бейімделген, жоғары өнімді және тұрақты жаздық жұмсақ бидай сорттарын шығару селекциясында тиімді пайдаланылуы мүмкін.

Тірек сөздер: өнімділік, өнім құрылымының элементтері, гетерозис, депрессия, селекциялық құндылық.

MANIFESTATION OF HETEROSIS EFFECT IN F1 AND F2 HYBRIDS OF SPRING BREAD WHEAT

Sayanov A.T.[1,2], Master of Agricultural Sciences, 4th year postgraduate student 4.1.1. General agriculture and crop production
Babaitseva T.A.[2], Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
Shelaeva T.V.[1], Senior Researcher
Savin T.V.[1,3], Candidate of Biological Sciences
Akhmetov B.S.[1,2], 1st-year Master's student 14152 «Seed breeding of agricultural crops», Junior Researcher

[1] LLP "A.I. Baraev Scientific and Production Center for Grain Farming", Shortandy, Kazakhstan
[2] Udmurt State Agrarian University, Izhevsk, Russia
[3] "STEV AGRO" Astana, Kazakhstan

Abstract. The article presents the results of studying the manifestation of heterosis in the first (F_1) and second (F_2) generation hybrids of spring bread wheat under the conditions of Northern Kazakhstan. The research was conducted in 2023–2024 at the experimental station of the A.I. Baraev Research and Production Center for Grain Farming LLP. Sixteen spring wheat cultivars of different ecological and geographical origins were used as parental material in direct and reciprocal crosses. Hybrid combinations were evaluated for grain yield and its main structural components, including the number of grains per main spike, grain weight per spike, and thousand-kernel weight. Heterosis was estimated relative to the better parent, while the degree of depression was determined in the F_2 generation. The results demonstrated that the expression of heterosis was highly variable and depended on both the genetic characteristics of the parental forms and the environmental conditions of the growing season. Several hybrid combinations exhibiting a high level of heterosis and relatively low depression in the F_2 generation were identified, indicating their high breeding value. The obtained results can be effectively applied in breeding programs aimed at developing high-yielding, adaptable, and stress-resistant spring bread wheat cultivars for the conditions of Northern Kazakhstan.

Keywords: yield, yield structure components, heterosis, depression, breeding value.

МРНТИ: 68.35.03 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.359

НОВЫЕ СОРТА И ПЕРВИЧНОЕ СЕМЕНОВОДСТВО НА ТОО «КАРАГАНДИНСКАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ им А.Ф. ХРИСТЕНКО»

Середа С.Г., заместитель Председателя Правления по науке
sergey.sereda.00@bk.ru, https//orcid.org/0009-0003-3277-5994
Дубовец Т.А., старший научный сотрудник, магистр агрономии
tatyana.dubovets@bk.ru, https//orcid.org/0009-0001-7415-0437
Середа Т.Г.*, научный сотрудник, магистр агрономии
sereda_t@bk.ru, https//orcid.org/0009-0003-3358-6730
Эльцер В.В. научный сотрудник, магистр агрономии
val29enti09na81@mail.ru, https//orcid.org/0009-0001-3724-2949
Убыкина Т.Н. младший научный сотрудник
ubykina77@bk.ru, https//orcid.org/0009-0002-4747-5073

ТОО «Карагандинская сельскохозяйственная опытная станция им А.Ф. Христенко», Карагандинская область, Казахстан

Аннотация. В системе мероприятий, направленных на получение высокой урожайности, семеноводству отведена особо важная роль. Посев районированных и перспективными сортами, высококачественными семенами – один из путей увеличения производства продукции растениеводства. Практикой мирового земледелия установлено, что в общем росте урожайности на долю сорта и его высококачественных семян приходиться 40-50%.

Современное семеноводство должно характеризоваться быстрым размножением семян новых высокоурожайных сортов с целью проведения сортосмены в короткие сроки, постоянным сортообновлением районированных сортов – это основные показатели уровня организации семеноводства.

Правильно поставленное семеноводство создает необходимые условия для своевременного в полном объеме сортообновления и быстрого размножения новых сортов.

Последовательная оценка потомств первого–третьего годов позволяет исключать нетипичные и пораженные растения и формировать однородный материал для последующих звеньев размножения. Система первичного семеноводства, включающая питомники испытания потомств, питомники размножения, суперэлиту и элиту, обеспечила получение значительных объемов семян районированных и перспективных сортов.

В 2021–2025 гг. наибольший объем семенного материала был произведен по сортам яровой мягкой пшеницы Карагандинская 22, Карагандинская 30, Карагандинская 31 и Карагандинская 60. В 2024–2025 гг. отмечено существенное увеличение производства семян новых и перспективных сортов, что связано с переходом к их расширенному размножению.

Ключевые слова: первичное семеноводство, сортовая чистота, сортосмена, сортообновление, индивидуально-семейственный отбор, питомник испытания потомств, питомник размножения, элита, суперэлита, яровая пшеница.

Введение. Традиционная селекция растений (основа развития сельского хозяйства) включает в себя скрещивание растений с желаемыми признаками для получения потомства с улучшенными характеристиками. Этот проверенный временем метод, практикуемый веками, фокусируется на отборе родительских растений по определенным признакам, таким как устойчивость к болезням или более высокая урожайность, а затем способствует их перекрестному опылению, естественным путем или с помощью контролируемых методов. С помощью традиционных методов, таких как селекция, оценка и гибридизация, она позволяет разрабатывать высокоурожайные, устойчивые к болезням и вредителям и экологически адаптируемые сорта сельскохозяйственных культур [1-3].

Семеноводство является составной частью системы селекции и производства растениеводческой продукции и обеспечивает практическую реализацию генетического потенциала созданных сортов. Качество исходного семенного материала определяет не только полевую всхожесть и равномерность посевов, но и устойчивость агроценоза, продуктивность растений и сохранение сортовых признаков в процессе последующих репро-

дукций. Современные системы семеноводства предусматривают последовательное размножение исходного материала при постоянном контроле генетической и физической чистоты сорта [4, 5, 10].

Для самопыляющихся культур, к которым относится яровая мягкая пшеница, сохранение генетической идентичности сорта в процессе размножения имеет принципиальное значение. Сельскохозяйственный сектор должен быстро внедрять инновации, чтобы удовлетворить растущий спрос и преодолеть препятствия, создаваемые изменением климата, включая повышение температуры, более частые засухи и наводнения и, как следствие, увеличение вспышек вредителей и болезней, которые приводят к значительным потерям урожая и угрожают глобальной продовольственной безопасности [6, 7]. Поэтому поддерживающее семеноводство должно сочетать индивидуальный отбор, оценку потомства и последовательное увеличение объемов семенного материала [8-10, 11].

В структуре посевных площадей региона преобладает яровая мягкая пшеница, на долю которой приходится около 76,2% всех зерновых культур. При средней урожайности 9–11 ц/га данная культура формирует зерно с повышенным содержанием белка, что определяет её значение как основы для производства сильных пшениц — улучшителей качества зерна. Повышение урожайности и устойчивости зерновых культур требует комплексного подхода, включающего оптимизацию сортовой политики, агротехники и адаптацию к стрессовым факторам среды [4, 5].

Как отмечают исследователи, решающее значение в обеспечении стабильной урожайности принадлежит сорту, рассматриваемому как системе, способной реализовать генетический потенциал растения при изменяющихся внешних условиях [4]. Урожайность яровой мягкой пшеницы представляет собой комплексный количественный признак, зависящий от структуры урожая: числа растений и продуктивных стеблей на единице площади, числа и массы зерен в колосе [8, 9].

Главной проблемой возделывания сортов зерновых культур в Центральном Казахстане является недостаточная засухоустойчивость и пластичность, а также поражаемость болезнями и вредителями, что отрицательно сказывается на урожайности и качестве зерна. В этой связи усилия селекционеров должны быть направлены на создание генотипа сортов не только с повышенной урожайностью, но в первую очередь, на способность накапливать в зерне белка на 1-2% больше, чем у лучших районированных сортов, адаптированных к новым влаг ресурсосберегающим технологиям возделывания [10]

Уровень урожайности во многом предопределяется качеством семян. Поэтому требования к качеству семян должно быть очень высокими. В семеноводстве, помимо общих организационно-агротехнических мероприятий, необходимо применять ряд специфических приёмов выращивания культуры, которые при производстве обычной продукции не требуются. К ним относится комплекс мер, обеспечивающих высокую сортовую чистоту, высокие показатели качества семян и повышение коэффициента размножения. Получение таких семян возможно только при соблюдении всех агротехнических приемов, включающих лучшие предшественники, высококачественный семенной материал, оптимальные способы, нормы и сроки сева, пространственную изоляцию, уборку и послеуборочную обработку.

Семеноводство должно решать две взаимосвязанные между собой задачи – размножение высококачественных сортовых семян до необходимого количества и сохранение их сортовых и урожайных качеств. В соответствии с его задачами осуществляется два основных процесса: сорт и сортосмена.

Материалы и методы исследования: Семеноводство как отрасль сельскохозяйственного производства выполняет три основные задачи:

1. Поддержание НИИ всех ценных хозяйственно-биологических свойств и признаков сорта, послуживших основанием для его районирования.
2. Размножение семян сортов, включенных в Государственный реестр, а также перспективных сортов до размеров, определенных потребностью производства (заказ на сортовые семена).

3. Постоянное сохранение высоких сортовых качеств, приданным сорту в процессе селекции и получение семян с высшими посевными качествами.

По современным представлениям улучшение сорта в задачу семеноводства не входит. В процессе семеноводства должны быть лишь сохранены наследственные качества сорта, его высокая сортовая чистота и получены высококачественные семена.

В зависимости от происхождения сорта биологии его опыления, генетической стабильности процесс поддержания сортовой чистоты базируется на индивидуальном или массовым отборе. На сортах нестабильных, склонных к расщеплению, предусмотрено проводить индивидуальный отбор с двукратной оценкой по потомству. На сортах константных, стойко сохраняющих свои морфологические признаки, выведенным индивидуально – массовым или массовым отбором можно ограничиться массовым отбором без оценки по потомству.

Исследования проводили в 2021-2025 гг. на базе ТОО «Карагандинская сельскохозяйственная опытная станция им. А.Ф. Христенко», расположенного в условиях Центрального Казахстана. Регион характеризуется недостаточным и неустойчивым увлажнением, что предъявляет повышенные требования к засухоустойчивости, скороспелости и адаптивности сортов зерновых культур.

Объектами исследования являлись сорта яровой мягкой пшеницы, ярового ячменя и овса, выращиваемые в системе первичного семеноводства, а также индивидуальные растения и их потомства, отобранные из посевов суперэлиты и элиты [13].

Основным методом первичного семеноводства являлся индивидуально-семейственный отбор с проверкой потомства. Данный метод включал последовательное прохождение материала через питомники испытания потомств первого, второго и третьего годов (ПИП-1, ПИП-2, ПИП-3), после чего лучшие семьи переводили в питомники размножения первого–третьего годов (ПР-1, ПР-2, ПР-3), а затем формировали партии суперэлиты и элиты.

Результаты исследования. Применяемая система основана на принципе постепенного увеличения количества семенного материала при одновременном повышении требований к его сортовой типичности на ранних этапах размножения. Особое значение имеет ПИП-1, поскольку именно здесь проводится наиболее жесткий отбор исходных растений и семей.

Браковка до 50 % семей в ПИП-1 свидетельствует о высокой интенсивности отбора и позволяет не допускать перехода генетически или морфологически неоднородного материала в последующие звенья. На последующих этапах интенсивность отбора снижается, а основное внимание переносится на сохранение уже сформированной сортовой популяции и увеличение количества семян.

Трехлетняя проверка потомств позволяет снизить вероятность включения в элитный материал семей, которые случайно проявили высокую продуктивность в отдельном году. Для зоны Центрального Казахстана такой подход особенно важен вследствие значительной межгодовой изменчивости условий увлажнения.

Подобный принцип соответствует современной концепции поддерживающего семеноводства, согласно которой сохранение сортовой идентичности должно обеспечиваться систематической оценкой растений на нескольких стадиях размножения [4, 5]. Международные рекомендации также подчеркивают необходимость учета браковки при планировании объемов производства семян, поскольку фактический выход семенного материала зависит не только от урожайности, но и от доли материала, исключенного на этапах полевого и лабораторного контроля [2] (таблица 1)

Применение различных приемов, методов и схем первичного семеноводства в жестких условиях Центрального Казахстана с его неустойчивым климатом должно базироваться на многолетней и всесторонней оценке исходного материала. В этой связи более эффективным является метод индивидуально – семейственного отбора элитных растений с проверкой их по потомству. Применяя этот метод отбора при производстве семян зерновых и фуражных культур, схема семеноводства включает следующие звенья.

Таблица 1 – Схема семеноводства зерновых культур на основе индивидуального отбора

Годы	Питомники	Семеноводческий процесс
1 год	Отбор на посевах СЭЛ, ЭЛ, Р-1, Р-2, (3-5 тыс)	Отбор элитных растений
2 год	Испытания потомства 1 года (П-1)	Отбор лучших семей (40-50%)
3 год	Испытания потомства 2 года (П-2)	Отбор лучших семей (70-75%)
4 год	Размножения 1 года (Р-1)	Негативный отбор, сортовая и видовая прополка,
5 год	Размножения 2 года (Р-2)	
6 год	Размножения 3 года (Р-3)	Апробация посевов
7 год	Супер элита (СЭЛ)	Сортовая и видовая прополка, апробация посевов
8 год	Элита (Эл)	Сортовая и видовая прополка, апробация посевов

Питомники испытания потомств первого – третьего года, питомники размножения первого – третьего года, суперэлита и элита. Оценка семей в течение 3 лет позволяет выявить наиболее ценные семьи с лучшим качеством зерна, с комплексом положительных признаков и на их основе сформировать для дальнейшего размножения популяции сорта.

В качестве исходного материала для питомника испытания потомств первого года используются растения, отобранные с посевов суперэлиты и элиты. После лабораторной оценки и браковки семена типичных растений высеваются сеялкой СКС-6-10 на делянках с учетной площадью 0,9 м². на основании полевых оценок, фенологических наблюдений проводятся полевые браковки до 50% семей. Типичные для сорта семьи убираются отдельно вручную с дальнейшим обмолотом и оценкой их по физическим качествам зерна.

Питомники испытания потомств второго года зерновых культур высеваются сеялкой СКС-6-10 с порционным высевающим аппаратом, сплошным рядовым способом. Учетная площадь делянки 10 м². Стандарт элита соответствующего сорта размещается через 9 номеров. При таком способе закладки питомника имеется возможность более объективно провести оценку изучаемых семей и убрать их комбайном. Лучшие семьи из этого питомника высеваются в питомнике испытания потомств третьего года сеялкой СН-16 с нормой высева 2,5 млн зерна на 1 га, в четырех повторениях. Стандарт – элитные семена соответствующих сортов высеваются в каждом блоке через 8 семей. В период вегетации в питомнике проводятся фенологические наблюдения, глазомерные оценки при всходах, колошении и спелости, учеты головневых заболеваний, удаление больных и нетипичных растений. Уборка семей проводится комбайном поделяночно. Лабораторная оценка семей проводится по признакам типичности, устойчивости к болезням, натурной массе, крупности зерна, его выполненности.

После обстоятельной оценки лучшие типичные для сорта семьи объединяются и высеваются в питомнике размножения первого года. Высевают по пару с нормой 2,5 мл всхожих семян на 1 га. Перед посевом семена подвергаются воздушно-тепловому обогреву. От поражения болезнями и вредителями протравливают системными препаратами. Пленчатые культуры обрабатывают против головневых заболеваний. В течении вегетации на посевах питомников размножения проводятся сортовые прополки. Необходимость посевных вызвана появлением полиморфизма у районированных сортов.

Основным агротехническим фоном для закладки питомников является пар. Об эффективности метода индивидуально – семейственного отбора при производстве семян высших репродукций говорят данные, представленные в таблице 2.

Четко налаженная схема первичного семеноводства позволяет производить семена в требуемых количествах, обеспечивая при этом 100 % страховые фонды.

Значительное внимание уделяется вопросам внедрения в производство семян вновь районированных сортов. Первые два года после районирования семеноводство ведется массовым отбором. Семенами, полученных от оригинатора, закладываются питомники отбора.

Параллельно разворачиваются звенья индивидуально-семейственного отбора. Сочетание различных методов первичного семеноводства дает возможность ускорить распространение нового сорта в производстве за 3-4 года. Тем самым увеличивается валовое производство семян.

В Центральном Казахстане по посевным площадям и валовым сборам зерна среди зерновых культур ведущее место занимает яровая пшеница. Ежегодно ее высевают на площади 350 тыс. га или 74-80% от площади, занимаемой зерновыми культурами. Масштабные посевные площади в Карагандинской области и за ее пределами занимают следующие выведенные сорта: Пшеница: Популярные сорта «Карагандинская 30» и «Карагандинская 31» только на землях опытной станции занимают более 8,1 тыс. га. Также активно выращиваются сорта «Карагандинская 60», «Карагандинская 70» и новые разработки, такие как «Карагандинская Юбилейная». В зависимости от условий возделывания в конкурсном испытании на опытной станции в среднем за 3 года испытания получена урожайность 17,6 ц/га с колебанием от 13,5 до 21,8 ц/га. В экологическом испытании Карабалыкской опытной станции получена урожайность 25,6 ц/га.

Получение стабильных и высоких урожаев этой культуры в зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения связано, прежде всего, с созданием и внедрением сортов, отличающихся устойчивостью к неблагоприятным условиям возделывания.

Главной и самой сложной задачей в селекции яровой пшеницы является создание сортов, совмещающих в себе противоположные свойства, как засухоустойчивость с влагоотзывчивостью, укороченный период вегетации, но в тоже время более растянутый период вегетации кущение – выход в трубку [9].

Сорта, совмещающие эти свойства, позволяют стабилизировать нижний порог урожайности в засушливые и поднять ее во влажные годы.

Таблица 2 – Производство семян зерновых и фуражных культур в первичном семеноводстве

Культура, сорт	Год райо-нирования	Производство семян за 2021-2025 гг, тонн				
		2021	2022	2023	2024	2025
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Пшеница яровая мягкая						
Карагандинская 22	2004	1 734,08	587,56	456,71	944,40	371,30
Карагандинская 70	1992	237,34	196,63	179,32	304, 51	-
Карагандинская 30	2015	932,91	672,48	877,83	817,98	992,96
Карагандинская 31	2016	344,36	355,57	471,38	848,87	1491,32
Карагандинская 60	2017	146,38	294,90	341,10	1 601,6	1 546,6
Карагандинская Юбилейная	2026	-	-	-	-	3,37
Яровой ячмень						
Карагандинский 5	2000	262,37	117,52	251,00	369,10	240,54
Карагандинский 6	2009	351,21	313,73	344,80	650,64	393,11
Карагандинский 20	2024	-	-	-	2,40	48,60
Карагандинский 23	2026	-	-	-	-	7,56
Овес Жетистик	2020	2,00	5,77	10,36	38,90	110,32

Анализ данных показывает выраженную межгодовую изменчивость объемов производства семян. Суммарный объем семенного материала по представленным позициям составил около 4,01 тыс. т в 2021 г., снизился до 2,54 тыс. т в 2022 г., затем увеличился до 2,93 тыс. т в 2023 г. Максимальное значение отмечено в 2024 г. — около 5,58 тыс. т. В 2025 г. производство оставалось высоким и составило около 5,21 тыс. т. (Таблица 2)

Таким образом, в 2024 г. объем производства семян был примерно в 2,2 раза выше уровня 2022 г.

Наибольший вклад в общий объем семенного производства в течение изучаемого

периода обеспечивали сорта яровой мягкой пшеницы. Это соответствует их ведущей роли в структуре зернового производства Центрального Казахстана.

Особенно показательна динамика сортов Карагандинская 31 и Карагандинская 60. Производство семян Карагандинской 31 увеличилось с 344,36 т в 2021 г. до 1491,32 т в 2025 г., то есть более чем в четыре раза. По сорту Карагандинская 60 увеличение было еще более выраженным: с 146,38 т в 2021 г. до 1546,60 т в 2025 г. Это свидетельствует о расширении объемов размножения данных сортов и повышении их значения в структуре семенного фонда станции.

Вместе с тем по сорту Карагандинская 22 наблюдалось обратное направление динамики: с 1734,08 т в 2021 г. до 371,30 т в 2025 г. Подобное снижение отражает постепенное перераспределение производственных ресурсов в пользу более новых сортов и процесс сортообновления.

Таким образом, динамика производства семян отражает не только изменение урожайности по годам, но и движение сортов по этапам жизненного цикла: от расширенного внедрения новых сортов до стабилизации и сокращения их семенного производства по мере появления новых перспективных сортов.

Пшеница (*Triticum aestivum* L.) входит в число важнейших основных сельскохозяйственных культур в мире, играя решающую роль в обеспечении продовольственной безопасности и питания [14]. Несмотря на продолжающийся глобальный рост урожайности, в некоторых регионах урожайность пшеницы в последние годы стагнировала или даже резко упала из-за изменения климата, которое привело к увеличению частоты экстремальных температур. Эта ситуация вызывает серьезные опасения относительно устойчивого производства продуктов питания [15].

По мере колебаний климатических условий урожайность пшеницы сталкивается со значительными проблемами. Повышение глобальной температуры, непредсказуемые осадки и увеличение частоты экстремальных погодных явлений негативно влияют на урожайность пшеницы во всем мире [16, 17]. В ходе селекции растений удалось успешно адаптировать сельскохозяйственные культуры по всему миру, однако одной из новых задач становится адаптация к постепенно повышающейся температуре дня и ночи.

В Карагандинской области работа по созданию и первичному размножению сортов зерновых культур проводится на ТОО «Карагандинская сельскохо-зяйственная опытная станция им. А.Ф. Христенко». Здесь осуществляется первичное семеноводство районированных сортов яровой пшеницы и ячменя, а также новых сортов, включенных в Государственный реестр селекционных достижений Республики Казахстан.

С 2025 года по Карагандинской, Восточно-Казахстанской, областях включен в Государственный реестр селекционных достижений в Республике Казахстан новый сорт яровой мягкой пшеницы Карагандинская Юбилейная (Лютесценс 2240) (рисунок 1).

Создан сорт в научном отделе Карагандинской сельскохозяйственной опытной станции методом индивидуального отбора из гибридной популяции, полученной от скрещивания образца яровой мягкой пшеницы Лютесценс 157 (Лютесценс 157 селекции Казахстанского НПЦ земледелия и растениеводства получен от скрещивания сорта озимой пшеницы Казахстанская 10 х линии яровой мягкой пшеницы Лютесценс 1203-71-7) на Карагандинская 22 (авторы сорта: Г.А. Середа, С.Г. Середа, К.М. Касымжанов, Т.Г. Середа).

При его создании ставилась цель – создать высокоурожайный среднеспелый сорт, с высоким качеством зерна. Разновидность – лютесценс. Колос белый, веретеновидный, рыхлый. Масса 1000 зерен 36,8 – 44,2 г. По качеству зерна соответствует требованиям на «сильную» пшеницу с содержание белка до 15,6 %, сырой клейковины – 36,7%, показателем альвеографа (W) 352 е.а. Объем хлеба 655 мл, общая хлебопекарная оценка 4,4 балла.



Рисунок 1 – Яровая мягкая пшеница сорт «Карагандинская Юбилейная»

Результаты анализа зерна нового сорта, выращенного в Данные согласно протоколу испытаний аналитического центра ТОО «НПЦЗХ им А.И. Бараева» №72/1, 72, показали, что стекловидность зерна составила соответственно 56 и 60%, содержание протеина 15,1 и 15,6 %, сырой клейковины 33,8 и 36,7 %. Сорт среднерослый, высота растений от 54 до 74 см, засухоустойчив, устойчив к полеганию и осыпанию. Среднеспелый, продолжительность вегетационного периода 88-97 суток. Форма куста – промежуточная. Лист средней величины. Восковой налет слабый. Более высокая урожайность нового сорта обеспечивается лучшим развитием таких элементов структуры урожая как озерненность колоса и его масса зерна. По крупности зерна Карагандинская Юбилейная уступает стандарту, в среднем за 5 лет испытаний на -1,2 г. В 2024 и 2026 года по Акмолинской, Абайской областях включены в Государственный реестр селекционных достижений в Республике Казахстан новые сорта ярового ячменя Карагандинский 20, Карагандинский 23 (рисунок 2).



Рисунок 2 – Яровой ячмень сорт «Карагандинский 23»

Сорт ярового ячменя Карагандинский 20. Авторы сорта: Середа Г.А., Порхун Р.С.,

Калымов Б.К., Эльцер В.В., Абрамова М. В. Разновидность – медикум. Колос двурядный, остистый, зерно крупное. Стебель средней высоты 65-80 см, пригоден для механизированной уборки. Сорт среднеспелый, созревает одновременно с Карагандинским 5. Засухоустойчивость высокая, высоко урожайный. За годы конкурсного испытания урожайность колебалась в пределах 18,7-27,8 ц./га, с превышением над стандартом Карагандинский 5 соответственно 3,0-3,5 ц./га. Болезнями поражается на уровне стандарта и ниже. Вегетационный период 79-88 дней. Масса 1000 зерен 48,3-52,3 г. Высокоурожайный, потенциальная урожайность – 35 ц/га.

Сорт ярового ячменя Карагандинский 23. Авторы: Г.А.Середа, Р.С.Порхун, В.В.Эльцер, Д.С.Балпанов, Т.А.Дубовец, Т.А.Середа. Среднеспелый, среднерослый, высота растений 54-70 см. Форма куста в фазу кущения полупрямостоячая. Устойчив к полеганию, осыпанию. Засухоустойчив.

Высокоурожайный. При изучении в конкурсном сортоиспытании Кар СХОС им. А.Ф. Христенко его урожайность в среднем составила 14,7 ц/га. Кустистость и плотность колосостоя средняя, продуктивность колоса средняя. Белковость зерна 16% и выше. Вегетационный период 79-88 дней. Масса 1000 зерен 43-47 г. Потенциальная урожайность – 35 ц/га.

Выводы. В результате проведенных исследований подтверждена высокая эффективность индивидуально-семейного метода отбора при первичном семеноводстве новых сортов.Полученные семена соответствуют ГОСТ по посевным и сортовым показателям, что обеспечивает их пригодность для дальнейшего размножения и возделывания в районированных регионах. Особое значение приобретает стабильность и высокая семенная продуктивность сорта при различных погодных условиях, что свидетельствует о его потенциале для использования в производстве. Внедрение новых сортов и совершенствование методов первичного семеноводства способствуют повышению урожайности и укреплению сортового наследия сорта.

В условиях Центрального Казахстана наиболее эффективной основой первичного семеноводства зерновых культур является индивидуально-семейственный отбор с трехлетней проверкой потомств. Последовательная оценка ПИП-1, ПИП-2 и ПИП-3 позволяет проводить многоэтапную браковку и сохранять наиболее типичные и хозяйственно ценные семьи. Основными критериями отбора в питомниках являются соответствие сортовому типу, устойчивость к болезням, полеганию и осыпанию, показатели структуры урожая, физические свойства зерна и его выполненность. Наиболее существенное увеличение объемов семенного производства отмечено по сортам Карагандинская 31 и Карагандинская 60. Производство семян Карагандинской 31 увеличилось с 344,36 т в 2021 г. до 1491,32 т в 2025 г., а Карагандинской 60 – с 146,38 до 1546,60 т соответственно.

Новый сорт яровой мягкой пшеницы Карагандинская Юбилейная в конкурсном испытании сформировал урожайность 20,2 ц/га, что на 3,1 ц/га выше стандарта Карагандинская 60. Преимущество сформировалось главным образом за счет увеличения числа зерен в колосе и массы зерна с колоса. Карагандинская Юбилейная характеризуется комплексом хозяйственно ценных признаков: засухоустойчивостью, устойчивостью к полеганию и осыпанию и высоким качеством зерна; содержание белка достигало 15,6 %, сырой клейковины – 36,7 %.

Организованная система первичного семеноводства позволяет одновременно решать задачи сохранения сортовых качеств и ускоренного размножения новых сортов.

Финансирование. Данная статья выполнена в рамках Программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан по бюджетной программе 267 BR24892821 "Селекция и первичное семеноводство зерновых культур для повышения потенциала продуктивности, качества и стрессоустойчивости в различных почвенно-климатических зонах Казахстана" 2024-2026 гг.

Литература:

[1] **Al-Khayri, J.M.**, Jain S.M., Johnson D.V. Advances in plant breeding strategies: Breeding, biotechnology and molecular tools. Springer International Publishing, Cham, 2015. pp. 115–158. https://doi.org/10.1007/978-3-319-22521-05

[2] **Ualiyeva, G.**, Sagalbekov U., Makhanova S. Innovative breeding methods for alfalfa adaptation to North Kazakhstan's agroecosystem. International Journal of Agriculture and Biosciences. 2025; 14(3): 473–482. https://doi.org/10.47278/journal.ijab/2025.11

[3] Barley2035: A decadal vision for barley research and breeding. Molecular Plant. 2025; 18 (2): 195–218. https://doi.org/10.1016/j.molp.2024.12.009

[4] **Гончаров, Н.П.**, Гончаров П.Л. Селекция и семеноводство зерновых культур. – М.: Колос, 2005.

[5] **Кузьмин, В.П.** Морфофизиологические основы продуктивности пшеницы. – М.: Агропромиздат, 1970.

[6] **Hussain, B.** Modernization in plant breeding approaches for improving biotic stress resistance in crop plants. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 2015; 39(4): 515–530. https://doi.org/10.3906/tar-1406-176

[7] **Kumari, V.**, Sheera A., Gawdiya S. Speed breeding: Accelerating the path to climate-resilient crops and global food security. Reproduction and Breeding. 2026;6(3):223–239. https://doi.org/10.1016/j.repbre.2026.06.001

[8] **Кузьмин, В.П.** Селекция яровой пшеницы на засухоустойчивость. В: Повышение засухоустойчивости зерновых культур. – М.: Колос, 1970. – С. 6-17.

[9] **Ремесло, В.Н.** Зерновое растение и урожай. – Киев: Урожай, 1976.

[10] **Середа, Г.А.**, Середа С.Г., Середа Т.Г., Убыкина Т.Н. Изменчивость и сопряженность хозяйственно-ценных признаков с урожайностью зерна у яровой мягкой пшеницы в Центральном Казахстане. / Қоркыт Ата атындағы Қызылорда университетінің хабаршысы. Ауыл шаруашылығы ғылымдары, 2025. – № 4(75). – С. 53–60. https://doi.org/10.52081/bkaku.2025.v75.i4.284

[11] **Кузьмин, В.П.** Селекция яровой пшеницы на севере Казахстана. В: Селекция и семеноводство зерновых и кормовых культур. – М.: Колос, 1972. С. 91–93.

[12] **Бабкенов, А.Т.**, Шелаева Т.В., Середа Г.А., Тюпина Л.Н. Результаты экологического испытания перспективных линий яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Казахстана / Вестник сельскохозяйственной науки, 2012. – № 9. – С.10–12.

[13] **Доспехов, Б.А.** Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1973. – 336 с.

[14] **Han, W.**, Liu Y., Wang S. Adaptation progress and challenges of winter wheat breeding in China under climate warming. Field Crops Research. 2025;326:109889. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2025.109889

[15] **Asseng, S.**, Martre P., Maiorano A., et al. Climate change impact and adaptation for wheat protein. Global Change Biology. 2019;25:155–173. https://doi.org/10.1111/gcb.14481

[16] **Araya, A.**, Prasad P.V.V., Zambreski Z., Gowda P.H., Ciampitti I.A., Assefa Y., Girma A. Spatial analysis of the impact of climate change factors and adaptation strategies on productivity of wheat in Ethiopia. Science of the Total Environment. 2020;719:139094. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139094

[17] **Arif, M.**, Adnan M., Kalsoom R. Molecular mechanisms and breeding strategies for enhancing wheat resilience to environmental stresses: The role of heat shock proteins and implications for food security. International Journal of Biological Macromolecules. 2025;308:142468. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.142468

References:

[1] **Al-Khayri, J.**M., Jain S.M., Johnson D.V. Advances in plant breeding strategies: Breeding, biotechnology and molecular tools. Springer International Publishing, Cham, 2015. pp. 115–158. https://doi.org/10.1007/978-3-319-22521-05

[2] **Ualiyeva, G.,** Sagalbekov U., Makhanova S. Innovative breeding methods for alfalfa adaptation to North Kazakhstan's agroecosystem. International Journal of Agriculture and Biosciences. 2025; 14(3): 473–482. https://doi.org/10.47278/journal.ijab/2025.11

[3] **Barley** 2035: A decadal vision for barley research and breeding. Molecular Plant. 2025; 18 (2): 195–218. https://doi.org/10.1016/j.molp.2024.12.009

[4] **Goncharov, N.P.,** Goncharov P.L. Selekcija i semenovodstvo zernovyh kul'tur. – M.: Kolos, 2005. [in Russian]

[5] **Kuz'min, V.P.** Morfofiziologicheskie osnovy produktivnosti pshenicy. – M.: Agropromizdat, 1970. [in Russian]

[6] **Hussain, B.** Modernization in plant breeding approaches for improving biotic stress resistance in crop plants. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 2015; 39(4): 515–530. https://doi.org/10.3906/tar-1406-176

[7] **Kumari, V.,** Sheera A., Gawdiya S. Speed breeding: Accelerating the path to climate-resilient crops and global food security. Reproduction and Breeding. 2026;6(3):223–239. https://doi.org/10.1016/j.repbre.2026.06.001

[8] **Kuz'min, V.P.** Selekcija jarovoj pshenicy na zasuhoustojchivost'. V: Povyshenie zasuhoustojchivosti zernovyh kul'tur. – M.: Kolos, 1970. – S. 6–17. [in Russian]

[9] **Remeslo, V.N.** Zernovoe rastenie i urozhaj. – Kiev: Urozhaj, 1976 [in Russian]

[10] **Sereda, G.A.,** Sereda S.G., Sereda T.G., Ubykina T.N. Izmenchivost' i soprjazhennost' hozjajstvenno-cennyh priznakov s urozhajnost'ju zerna u jarovoj mjagkoj pshenicy v Central'nom Kazahstane. / Қорқыт Ata atyndағy Қyzylorda universitetinің habarshysy. Auyl sharuashylyғy ғylymdary, 2025. – № 4(75). – S. 53–60. https://doi.org/10.52081/bkaku.2025.v75.i4.284

[11] **Kuz'min, V.P.** Selekcija jarovoj pshenicy na severe Kazahstana. V: Selekcija i semenovodstvo zernovyh i kormovyh kul'tur. – M.: Kolos, 1972. S. 91–93. [in Russian]

[12] **Babkenov, A.T.,** Shelaeva T.V., Sereda G.A., Tjupina L.N. Rezul'taty jekologicheskogo ispytanija perspektivnyh linij jarovoj mjagkoj pshenicy v uslovijah Severnogo Kazahstana / Vestnik sel'skohozjajstvennoj nauki, 2012. – № 9. – S.10–12. [in Russian]

[13] **Dospehov, B.A**. Metodika polevogo opyta. – M.: Kolos, 1973. – 336 s. [in Russian]

[14] **Han, W.,** Liu Y., Wang S. Adaptation progress and challenges of winter wheat breeding in China under climate warming. Field Crops Research. 2025;326:109889. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2025.109889

[15] **Asseng, S.,** Martre P., Maiorano A., et al. Climate change impact and adaptation for wheat protein. Global Change Biology. 2019;25:155–173. https://doi.org/10.1111/gcb.14481

[16] **Araya, A.**, Prasad P.V.V., Zambreski Z., Gowda P.H., Ciampitti I.A., Assefa Y., Girma A. Spatial analysis of the impact of climate change factors and adaptation strategies on productivity of wheat in Ethiopia. Science of the Total Environment. 2020;719:139094. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139094

[17] **Arif, M.,** Adnan M., Kalsoom R. Molecular mechanisms and breeding strategies for enhancing wheat resilience to environmental stresses: The role of heat shock proteins and implications for food security. International Journal of Biological Macromolecules. 2025; 308: 142468. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.142468

«А.Ф. ХРИСТЕНКО АТЫНДАҒЫ ҚАРАҒАНДЫ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ТӘЖІРИБЕ СТАНЦИЯСЫ» ЖШС-ДЕ ЖАҢА СОРТТАР ЖӘНЕ БАСТАПҚЫ ТҰҚЫМ ШАРУАШЫЛЫҒЫ

Середа С.Г., Басқарма төрағасының ғылым жөніндегі орынбасары
Дубовец, **Т.А.,** аға ғылыми қызметкер, агрономия магистрі
Середа Т.Г.*, ғылыми қызметкер, агрономия магистрі
Эльцер В.В. ғылыми қызметкер, агрономия магистрі
Убыкина Т.Н., кіші ғылыми қызметкер

«А.Ф. Христенко атындағы Қарағанды ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, Қарағанды облысы, Қазақстан

Аңдатпа. Тұқым шаруашылығы жоғары дақыл өнімділігіне қол жеткізуге бағытталған шаралар жүйесінде шешуші рөл атқарады. Аймақтық бейімделген және перспективалы сорттардың жоғары сапалы тұқымдарын себу дақыл өнімділігін арттырудың бір жолы болып табылады. Әлемдік ауыл шаруашылығы тәжірибесі сорттың өзі және оның жоғары сапалы тұқымдары дақыл өнімділігінің жалпы өсуінің 40-50%-ын құрайтынын анықтады.

Қазіргі заманғы тұқым өндірісі жаңа, жоғары өнімді сорттардан тұқымдарды тез көбейтумен

сипатталуы керек - бұл сортты тез ауыстыруға мүмкіндік береді – және аймақтық бейімделген сорттарды үздіксіз жаңарту; бұл тұқым өндіру жүйесінің қаншалықты жақсы ұйымдастырылғанының негізгі көрсеткіштері.

Дұрыс ұйымдастырылған тұқым шаруашылығы сортты уақтылы әрі толыққанды жаңартуға және жаңа сорттарды жедел көбейтуге қажетті жағдайлар жасайды.

Алғашқы үш жыл ішінде ұрпақтарды дәйекті түрде бағалау типтік емес және ауруға шалдыққан өсімдіктерді алып тастауға, сондай-ақ көбейтудің келесі кезеңдері үшін біркелкі материал алуға мүмкіндік береді. Ұрпақтарды сынау питомниктерінен, көбейту питомниктерінен, сондай-ақ суперэлита және элита кластарынан тұратын бастапқы тұқым шаруашылығы жүйесі аймаққа бейімделген және перспективалы сорттардың едәуір көлемдегі тұқымын өндіруді қамтамасыз етті.

Тірек сөздер: бастапқы тұқым шаруашылығы, сорттық тазалық, сортты алмастыру, сортты жаңарту, жеке-отбасылық сұрыптау, ұрпақ бойынша бағалау питомнигі, көбейту питомнигі, элиталық тұқым, суперэлиталық тұқым, жаздық бидай.

NEW VARIETIES AND PRIMARY SEED PRODUCTION AT THE A.F. KHRISTENKO KARAGANDA AGRICULTURAL EXPERIMENTAL STATION LLP

Sereda S.G., Deputy Chairman of the Board for Science
Dubovets T.A., Senior Researcher, Master's degree
Sereda T.G.[*], Researcher, Master's degree
Eltser V.V., Researcher, Master's degree
Ubykina T.N., Junior Researcher

A.F. Khristenko Karaganda Agricultural Experimental Station LLP, Karaganda Region, Kazakhstan

Annotation. Seed production plays a crucial role in the system of measures aimed at achieving high crop yields. Sowing high-quality seeds of regionally adapted and promising varieties is one of the ways to increase crop production. Global agricultural practice has established that the variety itself and its high-quality seeds account for 40–50% of the overall increase in crop yields.

Modern seed production must be characterized by the rapid multiplication of seeds from new, high-yielding varieties—enabling quick variety replacement—and the continuous renewal of regionally adapted varieties; these are the key indicators of how well a seed production system is organized.

Properly organized seed production creates the necessary conditions for timely, full-scale variety renewal and the rapid multiplication of new varieties.

The sequential evaluation of progenies over the first three years makes it possible to eliminate atypical and diseased plants and to generate uniform material for subsequent stages of propagation. The primary seed production system—comprising progeny testing nurseries, multiplication nurseries, and the super-elite and elite classes—has ensured the production of significant quantities of seed from both regionally adapted and promising varieties.

Between 2021 and 2025, the largest volumes of seed material were produced for the spring soft wheat varieties Karagandinskaya 22, Karagandinskaya 30, Karagandinskaya 31, and Karagandinskaya 60. A significant increase in seed production for new and promising varieties was observed in 2024–2025, driven by the shift toward their large-scale multiplication.

2021–2025 жылдар аралығында «Қарағандылық 22», «Қарағандылық 30», «Қарағандылық 31» және «Қарағандылық 60» жаздық жұмсақ бидай сорттарының тұқымдық материалы ең көп көлемде өндірілді. 2024–2025 жылдары жаңа әрі перспективалы сорттарды ауқымды түрде көбейтуге көшуге байланысты олардың тұқымын өндіру көлемінің айтарлықтай артқаны байқалды.

Keywords: primary seed production, varietal purity, variety replacement, variety renewal, individual-family selection, progeny testing nursery, multiplication nursery, elite seed, super-elite seed, spring wheat.

МРНТИ 68.35.03; 68.35.29 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.360

СЕЛЕКЦИЯ И ОЦЕНКА ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ МНОГОРЯДНОГО ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ (HORDEUM VULGARE L.) В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Чудинов В.А.[1], заместитель Председателя Правления по научной работе
ch.den@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-6740-8383
Шпигун В.И. [1], старший научный сотрудник
v.shpigun@mail.ru, https://orcid.org/0009-0000-3435-418X
Волкова Г.О.[1*], ученый секретарь
rgkp.karabalyk@mail.ru, https://orcid.org/0009-0009-2283-3963
Савин Т.В.[2], кандидат биологических наук
savintimur_83@mail.ru,https://orcid.org/0002-3550-647X

[1]ТОО «Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция», п. Научное, Казахстан
[2]ТОО Научно- производственный центр зернового хозяйства имени А.И Бараева, Акмолинская обл., Шортандинский район, п. Научный, ТОО «STEVAGRO», г. Астана, Казахстан

Аннотация. Яровой ячмень является одной из наиболее распространённых зернофуражных культур в Казахстане. Создание сортов, сочетающих высокую урожайность с комплексом хозяйственно-ценных признаков, является одним из основных направлений селекции.

В статье представлены результаты селекции многорядного ярового ячменя в условиях ТОО «Карабалыкская СХОС». При изучении 290 сортообразцов коллекции выделены источники хозяйственноценных признаков и сформирован исходный материал для гибридизации. Получено 21 комбинация скрещивания. В селекционный питомник первого года отобрано 72 линии из 14 комбинаций. Проведён корреляционный анализ взаимосвязей урожайности с элементами её структуры у многорядного ячменя и сравнительная оценка корреляционных связей у многорядных и двухрядных форм.

Установлено, что у многорядного ячменя наиболее выраженная положительная связь урожайности отмечена с числом зёрен в колосе (r=0,566). В конкурсном сортоиспытании урожайность перспективных линий составила 28,7–31,0 ц/га при урожайности стандарта 26,4 ц/га и $НСР_{05}$=2,1 ц/га. С 2024 года на государственное сортоиспытание передан сорт «Искандер», полученный из гибридной популяции 2115 B02-1935 (USA)//K-2650. Средняя урожайность сорта составила 30,4 ц/га, максимальная – 72,1 ц/га в экологическом испытании 2022 года. Высота растений – 59 см, масса 1000 зёрен – 43,33 г. Сорт относится к разновидности *ricotense* и представляет интерес для условий Северного Казахстана.

Ключевые слова: яровой ячмень, многорядный ячмень, гибридизация, селекция, урожайность, корреляционные связи, число зёрен в колосе, масса 1000 зёрен, конкурсное сортоиспытание, государственное сортоиспытание.

Введение. Яровой ячмень – самая распространённая зернофуражная культура в Казахстане в целом и в северном регионе в частности. Посевные площади ярового ячменя на севере республики варьируют от 1,3 до 1,5 млн. га. Востребованность ячменя товаропроизводителями объясняется высокой кормовой и пищевой ценностью, высокой пластичностью, более низкой себестоимостью производства по сравнению с пшеницей. Вместе с тем изменчивость температурного режима и условий увлажнения в степной зоне Северного Казахстана предъявляет повышенные требования к сортам, способным реализовывать высокий потенциал продуктивности в различных условиях среды [1, 2].

Сорт является одним из основных факторов повышения урожайности, на долю сорта приходится значительная часть уровня прироста валового сбора продукции [3]. Создание и внедрение новых сортов, адаптированных к конкретным природно-климатическим условиям, позволяет повысить эффективность производства и обеспечить стабильное получение зерна [1, 4].

В настоящее время в Государственном реестре селекционных достижений по северным областям Казахстана (Акмолинской, Северо-Казахстанской и Костанайской) находится 41 сорт ячменя, из них 23 сорта внесены за последние 10 лет [5]. Комплексным планом по развитию селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур Республики Казахстан на 2024–2028 годы предусмотрено создание 8 новых сортов ячменя и повышение доли посевных площадей страны, засеянных семенами отечественной селекции, адаптированных к нашим природно-климатическим условиям, с 51,7 % до 78,2 % к 2028 году [6].

Селекция ярового ячменя на Карабалыкской сельскохозяйственной опытной станции начата с 1976 года [7]. За этот период создан и передан в производство ряд сортов, адаптированных к условиям северной зоны Казахстана, с 2015 года по настоящее время в Государственный реестр Республики Казахстан внесены сорта Великан, Медикум 18, Бочонок, Аскер. Накопленный опыт селекции ячменя на станции сформировал основу для дальнейшего изучения нового селекционного материала и поиска генотипов с улучшенными хозяйственно ценными признаками [4, 7].

Несмотря на удобное географическое расположение и климатические условия опытной станции, способствующие созданию как отзывчивых на увлажнение, так и жаро-засухоустойчивых сортов, современные реалии требуют от новых сортов более высокой пластичности, адаптивности, устойчивости к стрессовым, а также абиотическим и биотическим факторам среды. Все это возможно при консолидации селекционеров, генетиков, специалистов по иммунитету и физиологов. Первым результатом такой совместной деятельности были сорта ячменя Аскер и Отар 2022, созданные нами совместно с Институтом Проблем Биологической безопасности (г. Отар), внесенные в Государственный реестр селекционных достижений Республики Казахстан с 2026 года.

В настоящее время в ТОО «Карабалыкская СХОС» ведутся активные работы по созданию новых сортов ярового ячменя с применением молекулярно-генетических методов совместно с Институтом Биологии и Биотехнологии растений (г. Алматы). В государственное сортоиспытание с 2026 года передан сорт ярового ячменя Мереке.

Несмотря на значительный объём селекционных исследований ячменя, для условий Северного Казахстана сохраняется необходимость более детальной оценки многорядных форм по комплексу признаков продуктивности и установления взаимосвязей между отдельными элементами структуры урожая. Исследования многорядного ячменя показывают, что продуктивность определяется комплексом взаимосвязанных признаков, включая число продуктивных стеблей, число зерен в колосе, массу зерна с колоса и массу 1000 зерен. Выявление наиболее значимых компонентов продуктивности и их сочетаний позволит повысить эффективность отбора на различных этапах селекционного процесса и выделить линии, представляющие практический интерес для дальнейшей селекционной работы [8-12].

Цель исследования — определить селекционную и практическую ценность линий ярового многорядного ячменя на различных этапах селекционного процесса, оценить вариабельность основных элементов структуры урожая и установить взаимосвязи между ними для выявления перспективных генотипов.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили на базе ТОО «Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция», расположенной в зоне умеренно-засушливой степи Северного Казахстана. Почва опытного участка — чернозём обыкновенный, среднегумусный, тяжелосуглинистый. Для данной природно-климатической зоны характерен резко континентальный климат со значительной межгодовой изменчивостью температурного режима и условий увлажнения. Среднегодовое количество атмосферных осадков составляет 339,3 мм, за вегетационный период выпадает в среднем 184,7 мм. Среднегодовая температура воздуха составляет +2,8 °С. Испаряемость превышает количество выпадающих осадков, что обусловливает периодическое возникновение дефицита влаги в течение вегетационного периода.

Контрастность гидротермического режима исследуемой зоны создаёт условия для оценки селекционного материала по комплексу хозяйственно-ценных признаков и выявления генотипов, обладающих высокой адаптивностью.

Объектом исследования являлся селекционный материал многорядного ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.), находящийся на различных этапах селекционного процесса. Предметом исследования являлись вариабельность хозяйственно-ценных признаков и элементов структуры продуктивности, взаимосвязи между ними, а также возможность использования выявленных закономерностей в селекционном отборе перспективных генотипов. Двурядные формы ярового ячменя использовали в качестве сравнительного материала для сопоставления характера и направленности корреляционных взаимосвязей между количественными признаками и элементами структуры продуктивности у генотипов с различным типом колоса.

Исходный селекционный материал формировался в рамках селекционной программы ТОО «Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция» и включал коллекционные образцы, гибридные комбинации, полученные на их основе гибридные популяции и селекционные линии многорядного ячменя, находящиеся на различных этапах селекционного процесса. Коллекционные образцы использовали для выделения источников хозяйственно-ценных признаков и подбора родительских форм для гибридизации. Полученные гибридные популяции изучали в последующих поколениях с проведением индивидуального отбора перспективных растений. Отобранный материал последовательно оценивали в селекционных питомниках, включая питомник первого года и конкурсное сортоиспытание, что позволило оценить селекционную ценность перспективных линий на различных этапах селекционного процесса.

Гибридизацию проводили в полевых условиях методом Твелла. Для обеспечения совпадения фаз развития родительских форм питомник гибридизации высевали в два срока с интервалом 10 дней. Гибридный материал изучали методом пересева. Индивидуальный отбор перспективных растений начинали в поколении F_5. Выделенные линии последовательно оценивали в селекционных питомниках и конкурсном сортоиспытании по комплексу хозяйственно-ценных признаков и элементов структуры продуктивности. [13].

Статистическую обработку результатов исследований проводили в соответствии с общепринятыми методами дисперсионного анализа [14].

Таблица 1 – Гидротермический коэффициент вегетационного периода

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Май	0,92	1,62	0,37	0,89	0,88	0,31	0,74	0,10	0,98	0,23	3,72	1,91
Июнь	0,42	1,14	1,54	0,97	0,91	0,50	0,39	0,14	0,36	0,74	1,01	0,81
Июль	2,05	,33	1,10	1,35	1,11	1,86	0,16	0,76	0,25	0,32	1,81	0,42
Август	1,29	0,54	0,27	0,78	0,69	0,83	0,63	0,29	0,15	2,00	1,02	0,72
Среднее	1,17	0,91	0,82	1,00	0,90	0,88	0,48	0,32	0,44	0,82	1,88	0,95

Анализ гидротермических условий вегетационных периодов 2014-2025 гг. показал значительную межгодовую изменчивость увлажнения (таблица 1). По среднему значению гидротермического коэффициента наиболее увлажненными были 2014 и 2024 гг., когда ГТК составил соответственно 1,17 и 1,88. Напротив, наиболее засушливые условия за вегетационный период отмечены в 2020-2022 гг., при средних значениях ГТК от 0,32 до 0,48.

Вместе с тем оценка среднемноголетних условий по интегральному показателю за весь вегетационный период не всегда отражает характер увлажнения в отдельные критические фазы развития растений. Для ячменя одним из наиболее чувствительных периодов является фаза колошения-цветения, которая в условиях региона преимущественно приходится на июль. Наиболее благоприятные условия увлажнения в этот период отмечались в 2017, 2018 и 2019 гг., когда значения ГТК составили 1,35; 1,11 и 1,86

соответственно. В 2016 г. значение ГТК также находилось на относительно благоприятном уровне (1,10). В то же время в отдельные годы наблюдался выраженный дефицит влаги в июле, наиболее сильный в 2020 г. (ГТК 0,16), 2022 г. (0,25) и 2023 г. (0,32).

Таким образом, гидротермические условия исследуемых лет характеризовались значительной контрастностью как по общему уровню увлажнения вегетационного периода, так и по обеспеченности влагой критических фаз развития растений, что создавало различный фон для оценки реакции генотипов на условия среды. Такие особенности климата Северного и Центрального Казахстана связаны с высокой вариабельностью влагообеспеченности территории и тенденциями к её аридизации [15]. Для оценки взаимосвязей между количественными признаками рассчитывали коэффициенты корреляции.

Достоверность различий между вариантами по урожайности оценивали методом дисперсионного анализа с определением наименьшей существенной разности ($НСР_{05}$)[14].

Оценку селекционных линий проводили по комплексу хозяйственно-ценных признаков: высоте растений, продуктивной кустистости, длине верхнего междоузлия, длине колоса, количеству зерен в колосе, массе 1000 зерен, натуре зерна, продолжительности вегетационного периода и урожайности. Высоту растений и длину морфологических органов определяли в сантиметрах, количество зерен в колосе – в штуках, массу 1000 зерен – в граммах, натуру зерна – в г/л. Продолжительность вегетационного периода определяли в сутках от всходов до полной спелости. Урожайность учитывали по массе зерна с учетной площади с последующим пересчетом в ц/га. Оценку признаков проводили в соответствии с принятой методикой селекционного процесса.

Перспективные линии для дальнейшего изучения отбирали с учетом комплекса хозяйственно-ценных признаков и характера корреляционных связей между признаками.

Результаты исследований и обсуждение. Создание исходного материала, соответствующего направлениям селекции, является одним из ключевых этапов селекционного процесса [4]. Основным методом получения нового исходного материала служит внутривидовая гибридизация, позволяющая сочетать в потомстве ценные признаки различных родительских форм. Для расширения генетического разнообразия гибридных популяций в селекции ярового ячменя используют скрещивания форм, различающихся по типу колоса, наличию остей и характеру зерна [16].

Для оценки межгодовой изменчивости эффективности гибридизации проанализированы метеорологические условия в период проведения скрещиваний и соответствующий процент завязываемости гибридных зерен за 2014–2025 гг. (таблица 2). В анализ включены показатели температуры воздуха и количества осадков в июне и июле, а также фактическая завязываемость гибридных зерен.

Таблица 2 – Метеорологические условия в период гибридизации и завязываемость гибридных зерен ярового ячменя в 2014–2025 гг.

Показатель	Июнь, осадки, мм	Июль, осадки, мм	Июнь, t°C	Июль, t°C	% завязываемости
2014	29	153,4	23,1	16,1	55
2015	83,8	20,9	24,6	20,3	56
2016	89,9	72,8	19,5	21,3	59
2017	53,5	72,5	19,5	21	69
2018	46,5	78,7	17	22,8	61
2019	28,3	52,5	18,8	23,5	68
2020	22,4	12,7	19,2	25,2	64
2021	8,4	52,4	22,3	22,1	43
2022	20,9	17,7	18,9	23,4	61
2023	39,3	23,2	19,9	25,2	47
2024	65,3	125,8	22,8	22,4	61
2025	49,5	28,5	21,6	21,4	63

Изменчивость погодных условий в годы исследований является одним из факторов, определяющих различия в реализации продуктивности сортов яровых зерновых культур. Для условий Западного Казахстана показана зависимость формирования урожайности яровой пшеницы от складывающихся метеорологических условий [17].

В данных исследованиях аналогичная межгодовая вариабельность проявлялась при оценке эффективности гибридизации. За 12-летний период средняя завязываемость гибридных зерен составила 58,9%. Показатель характеризовался выраженной межгодовой изменчивостью: максимальные значения отмечены в 2017 г. (69%) и 2019 г. (68%), минимальные — в 2021 г. (43%) и 2023 г. (47%). Полученная динамика свидетельствует о существенной вариабельности эффективности гибридизации в зависимости от условий года (рисунок 1).



Рисунок 1 – Эффективность гибридизации ярового ячменя в условиях Карабалыкской СХОС

В питомнике гибридизации Карабалыкской СХОС 25–30% родительского материала составляют сорта и линии собственной селекции, адаптированные к условиям региона. Использование адаптированного исходного материала в сочетании с подбором родительских форм позволяет поддерживать достаточно высокую эффективность гибридизации. Полученные результаты послужили основой для дальнейшего поиска и выделения источников хозяйственно ценных признаков в исходном материале.

Одним из направлений селекции ярового ячменя является повышение зерновой продуктивности новых сортов в условиях изменяющегося климата. В этой связи перспективным направлением является создание высокопродуктивных сортов многорядного ячменя, характеризующихся повышенным потенциалом формирования зерновой продуктивности.

Вместе с тем широкое распространение многорядных форм ограничивается рядом биологических и хозяйственно ценных особенностей, включая недостаточную устойчивость к неблагоприятным условиям среды, снижение продуктивной кустистости, мелкозерность и ломкость колоса [18, 19]. Поэтому создание нового исходного материала должно быть направлено на сочетание высокой потенциальной продуктивности многорядного типа с комплексом адаптивных и технологически ценных признаков.

С целью поиска исходного материала для создания новых сортов многорядного ячменя была изучена коллекция, включавшая 290 сортообразцов американского происхождения, полученных из Института биологии и биотехнологии растений (г. Алматы). В коллекции преимущественно были представлены образцы разновидностей *pallidum* и *ricotense*. В результате изучения коллекционного материала были выделены источники хозяйственно ценных признаков, использованные в качестве родительских форм для гибридизации. На основе выделенного исходного материала было проведено скрещивание и получена 21 гибридная комбинация. В последующих поколениях осуществлялся индивидуальный отбор перспективных растений. По результатам изучения гибридного

потомства в селекционный питомник первого года было отобрано 72 линии, полученные из 14 комбинаций скрещивания (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты отбора селекционных линий многорядного ячменя

Комбинация	Число отобранных линий	Средняя продуктивность гр/линия
К-2014, ricotense//Убаган, medicum	7	90,3
К-2014//4034 Н2 /2/4034 Н2	4	98,1
2014//23 / 02	3	91,5
2014//Л — 29	2	103,5
2014//Медикум — 125	7	92,7
2115 ,pallidum //2650, ricotense	5	91,1
2115, pallidum//2285 ricotense	5	102,4
2266, ricotense//2288 ricotense	5	102,1
2266 ricotense//2292 ricotense	6	81,4
2266 ricotense//2443 ricotense	6	102,7
2266 ricotense//2651 ricotense	3	76,3
2266 ricotense//2286 ricotense	11	81,3
2437 ricotense//2443 nutans	4	78,4
2115 pallidum//2650 ricotensee	4	144,9

Количество отобранных линий по отдельным комбинациям варьировало от 2 до 11, что свидетельствует о различной селекционной ценности исходных гибридных популяций. Средняя продуктивность отобранных линий изменялась от 76,3 до 144,9 г/линия. Наиболее высокий показатель отмечен у линий, полученных из комбинации 2115 *pallidum*//2650 *ricotense*, – 144,9 г/линия. Полученные результаты позволили выделить наиболее перспективные гибридные комбинации для дальнейшего селекционного отбора.

Для определения характера взаимосвязей между количественными признаками был проведен корреляционный анализ отдельно для двурядных и многорядных форм ячменя (таблицы 4 и 5). Такой подход позволил оценить, различается ли структура взаимосвязей между признаками у двух морфологических типов и какие компоненты продуктивности целесообразно учитывать при последующем селекционном отборе.

Установлено, что у образцов двурядного ячменя урожайность не имела выраженной корреляционной связи с изученными элементами структуры продуктивности: коэффициенты корреляции варьировали от r = −0,325 до r = 0,043, что указывает на отсутствие выраженной линейной связи урожайности с отдельными рассмотренными морфологическими признаками в данном наборе материала.

Таблица 4 – Корреляция количественных признаков двурядного ячменя

Признак	Высота растений	Продуктивная кустистость	Длина верхнего междоузлия	Длина колоса	Количество зерен	Урожайность
Высота растений	1,000	−0,080	0,538	0,278	0,421	−0,060
Продуктивная кустистость	−0,080	1,000	−0,161	0,178	0,082	0,043
Длина верхнего междоузлия	0,538	−0,161	1,000	0,348	0,249	−0,174
Длина колоса	0,278	0,178	0,348	1,000	0,724	−0,325
Количество зерен	0,421	0,082	0,249	0,724	1,000	−0,239
Урожайность	−0,060	0,043	−0,174	−0,325	−0,239	1,000

Наиболее тесная положительная связь выявлена между длиной колоса и количеством зерен в колосе (r = 0,724), что свидетельствует о значительном влиянии развития колоса на его озерненность. При этом причинный эффект длины колоса на число зерен непосредственно из корреляционного анализа не следует. Средняя положительная связь отмечена между высотой растений и длиной верхнего междоузлия (r = 0,538). Остальные корреляционные зависимости характеризовались слабой или средней степенью выраженности. Полученные результаты показывают, что у двурядных форм ячменя количество зерен в колосе в большей степени связано с морфологическими особенностями колоса, прежде всего с его длиной, тогда как прямые связи отдельных изученных признаков с урожайностью выражены слабо.

Корреляционный анализ количественных признаков многорядного ячменя выявил иную структуру взаимосвязей по сравнению с двурядными формами (таблица 5). Наиболее выраженная положительная связь с урожайностью установлена для количества зерен в колосе (r = 0,566). В отличие от двурядного ячменя, у которого наиболее тесная связь наблюдалась между длиной колоса и количеством зерен, у многорядных форм длина колоса практически не была связана с числом зерен в колосе (r = −0,020).

Таким образом, различия в структуре корреляционных связей у двух типов ячменя показывают, что одинаковые морфологические признаки могут иметь неодинаковое значение в формировании продуктивности в зависимости от генотипического материала.

Таблица 5 – Результаты корреляционного анализа количественных признаков многорядного ячменя

Признак	Высота растений	Продуктивная кустистость	Длина верхнего междоузлия	Длина колоса	Количество зерен	Урожайность
Высота растений	1,000	0,114	0,586	0,652	0,141	0,160
Продуктивная кустистость	0,114	1,000	−0,046	0,117	−0,162	−0,220
Длина верхнего междоузлия	0,586	−0,046	1,000	0,422	0,195	0,312
Длина колоса	0,652	0,117	0,422	1,000	−0,020	−0,147
Количество зерен	0,141	−0,162	0,195	−0,020	1,000	0,566
Урожайность	0,160	−0,220	0,312	−0,147	0,566	1,000

Среди морфологических признаков наиболее тесные положительные взаимосвязи отмечены между высотой растений и количеством зерен в колосе (r = 0,652), а также между высотой растений и длиной колоса (r = 0,586). Умеренная положительная связь установлена между длиной верхнего междоузлия и длиной колоса (r = 0,422). В то же время продуктивная кустистость характеризовалась слабой отрицательной связью с урожайностью (r = −0,220).

Таким образом, в отличие от двурядных форм, у многорядного ячменя формирование урожайности в большей степени связано с продуктивностью колоса, прежде всего с количеством формирующихся зерен.

С учетом результатов предварительного отбора и оценки комплекса хозяйственно ценных признаков для дальнейшего изучения были выделены 18 линий многорядного ячменя, из которых пять наиболее перспективных были включены в конкурсное сортоиспытание. Таким образом, корреляционный анализ использовался не как единственный критерий отбора, а как дополнительный инструмент для оценки взаимосвязей между признаками и уточнения направления последующего селекционного отбора.

Результаты конкурсного сортоиспытания показали существенные различия между изученными генотипами по урожайности и комплексу морфологических и технологических признаков (таблица 6).

Средняя урожайность стандарта «Великан» составила 26,4 ц/га. Наиболее продуктивными оказались линии 2014 FEGI 48-4-B (USA)//Медикум-125 и 2115 B02-1935 (USA)// 2650, урожайность которых составила соответственно 31,0 и 30,4 ц/га, что превышало стандарт на 4,6 и 4,0 ц/га. Линия 2014 FEGI 48-4-B (USA)//Убаган также характеризовалась повышенной урожайностью – 28,7 ц/га. При $НСР_{05}$ = 2,1 ц/га указанные линии достоверно превысили стандарт по урожайности. По продолжительности вегетационного периода изучаемые линии характеризовались более ранним созреванием по сравнению со стандартом. Продолжительность их вегетационного периода составляла 67–70 суток, тогда как у сорта-стандарта «Великан» – 72 суток.

Таблица 6 – Результаты конкурсного сортоиспытания многорядных сортов ячменя 2023 – 2025гг

Линия	Вегета-ционный период, суток	Средняя урожай-ность, ц/га	Масса 1000 зерен, гр	На-тура г/л	Биометрия		
					Высота расте-ний, см.	Длина колоса см.	Кол-во зерен в колосе шт.
Великан ст.	72	26,4	48,68	687	81	10	22
2014 FEGI 48-4-B (USA)//Убаган	68	28,7	39,99	670	44	6	46
2014 FEGI 48-4-B (USA)//Убаган	68	25,9	39,48	650	60	8	46
2014 FEGI 48-4-B (USA)// 4034 H2	68	26,4	39,90	655	55	6	36
2014 FEGI 48-4-B (USA)//Медикум — 125	67	31,0	37,59	670	65	5	42
2115 B02-1935 (USA)//2650	70	30,4	43,33	690	59	4	34
$НСР_{05}$		2,1					

Масса 1000 зерен у изучаемых многорядных линий варьировала от 37,59 до 43,33 г и уступала стандарту, у которого данный показатель составил 48,68 г. Наибольшая масса 1000 зерен среди исследуемых линий отмечена у 2115 B02-1935 (USA)//2650 – 43,33 г.

По высоте растений изучаемые многорядные линии существенно различались и имели высоту от 44 до 65 см, тогда как стандарт достигал 81 см. Более низкорослый тип растений может представлять селекционный интерес вследствие потенциально более высокой устойчивости к полеганию. Количество зерен в колосе у многорядных линий варьировало от 34 до 46 шт., тогда как у стандарта данный показатель составлял 22 зерна. Наибольшая озерненность колоса – 46 зерен – отмечена у двух линий, полученных с участием комбинации 2014 FEGI 48-4-B (USA)//Убаган.

В совокупности результаты корреляционного анализа и конкурсного сортоиспытания позволяют выделить два важных аспекта формирования продуктивности многорядного ячменя. Во-первых, количество зерен в колосе имело наиболее выраженную среди изученных признаков положительную связь с урожайностью (r=0,566). Во-вторых, результаты испытания показали, что высокая урожайность может сочетаться с относительно коротким колосом и короткостебельностью. Это указывает на то, что при селекции многорядного ячменя целесообразно ориентироваться не на увеличение отдельного

морфологического признака, а на формирование оптимального сочетания компонентов продуктивности.

Наиболее перспективной по комплексу признаков оказалась линия 2115 B02-1935 (USA)//2650. По результатам трехлетнего цикла конкурсного сортоиспытания линия 2115 B02-1935 (USA)//2650 была передана на государственное сортоиспытание в качестве нового сорта многорядного ячменя «Искандер».

Сорт «Искандер» относится к разновидности *ricotensee*. Средняя урожайность сорта за годы конкурсного сортоиспытания составила 30,4 ц/га. Он характеризуется коротко-стебельностью, хорошо озерненным колосом и относительно крупным зерном: высота растений составляет 59 см, количество зерен в колосе – 34 шт., масса 1000 зерен – 43,33 г.

Максимальная урожайность сорта была получена в экологическом испытании в хозяйстве «Чебаркуль птица» Челябинской области Российской Федерации в 2022 г. и составила 72,1 ц/га. Этот результат свидетельствует о высоком потенциале продуктивности сорта при благоприятных условиях выращивания.

Заключение. В результате многолетних исследований установлена выраженная межгодовая изменчивость эффективности гибридизации ярового многорядного ячменя: средняя завязываемость гибридных зерен за 2014–2025 гг. составила 58,9%, при варьировании показателя от 43 до 69%.

Из коллекции 290 сортообразцов американского происхождения выделены источники хозяйственно ценных признаков, на основе которых получена 21 гибридная комбинация. В последующих поколениях отобрано 72 перспективные линии из 14 комбинаций скрещивания. Корреляционный анализ показал, что у многорядного ячменя наиболее выраженная положительная связь урожайности установлена с количеством зерен в колосе (r = 0,566), что подтверждает значимость данного признака при селекционном отборе.

По результатам конкурсного сортоиспытания выделены перспективные линии с урожайностью 28,7–31,0 ц/га при 26,4 ц/га у стандарта. Линия 2115 B02-1935 (USA)//2650, характеризующаяся урожайностью 30,4 ц/га, высокой озерненностью колоса и массой 1000 зерен 43,33 г, была передана на государственное сортоиспытание в качестве сорта «Искандер». Таким образом, проведенные исследования позволили проследить селекционный процесс от подбора исходного материала и гибридизации до выделения перспективной линии и создания нового сорта многорядного ячменя, адаптированного к условиям Северного Казахстана.

Благодарность. Работа выполнена в рамках Программно-целевого финансирования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан по бюджетной программе BR24992903 «Практическое внедрение современных молекулярно-генетических, физиолого-биохимических, биотехнологических методов и цифрового фенотипирования в селекцию экономически значимых сельскохозяйственных культур» (на 2024-2026 годы).

Литература:

[1] **Гончаров, Н.П.,** Гончаров, П.Л. Методические основы селекции растений. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2009. – 427 с.

[2] **Almerekova, S.,** Sariev B., Abugalieva A., Chudinov V., Sereda G., Tokhetova L., Ortaev A., Tsygankov V., Blake T., Chao S., Genievskaya Y., Abugalieva S., Turuspekov Y. Association mapping for agronomic traits in six-rowed spring barley from the USA harvested in Kazakhstan // PLOS ONE, 2019. – Vol. 14, No. 8. – e0221064. https://doi.org/10.1472/journal.pone.0221064

[3] **Краснова, Л.И.** Частная селекция и первичное семеноводство полевых культур в условиях степного и лесостепного Приуралья. – Оренбург: ОГАУ, 2007. – 220 с.

[4] **Лепехов, С.Б.** Эффективность отбора в ранних поколениях гибридов сельскохозяйственных культур по урожайности и признакам продуктивности (обзор) // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, 2018. – Т. 179. – № 4. – С. 177–190. https://doi.org/10.30901/2227-8834-2018-4-177-190

[5] Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Республике Казахстан. – Астана, 2025. – URL: gcomsort.kz.

[6] Комплексный план по развитию селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур Республики Казахстан на 2024–2028 годы**.** Утвержден постановлением Правительства Республики Казахстан от 30 мая 2024 года № 427.

[7] **Грязнов, А. А.** Ячмень Карабалыкский (корм, крупа, пиво). – Кустанай, 1996. – 448 с.

[8] **Almerekova, S.,** Sariev B., Abugalieva A., Chudinov V., Sereda G., Tokhetova L., Ortaev A., Tsygankov V., Blake T., Chao S., Genievskaya Y., Abugalieva S., Turuspekov Y. Association mapping for agronomic traits in six-rowed spring barley from the USA harvested in Kazakhstan // PLOS ONE, 2019. – Vol. 14, No. 8. – e0221064. https://doi.org/10.1472/journal.pone.0221064

[9] **Dimova, D.,** Valcheva D., Dimitrova-Doneva, M**.** Correlation dependencies between yield and some elements of productivity in lines of spring six-row barley // Bulgarian Journal of Crop Science, 2018. – Vol. 55. – No. 6. – P. 3–8.

[10] **Serrago, R. A.,** García G. A., Savin R., Miralles D. J., Slafer G. A. Determinants of grain number responding to environmental and genetic factors in two- and six-rowed barley types // Field Crops Research, 2023. – Vol. 302. – 109073. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.109073

[11] **Serrago, R. A.,** García G.A., Savin R., Miralles D.J., Slafer G.A. Relevance of grain number and grain weight on barley yield responses to environmental and genetic factors // Field Crops Research, 2025. – Vol. 328. – 109922. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2025.109922

[12] **Neykov, N.** Correlation and path-coefficient analysis of yield and some traits related to the productivity of spring barley accessions from the European-Siberian genetic center // Bulgarian Journal of Crop Science, 2018. – Vol. 55, No. 1. – P. 28–32.

[13] Методические указания по изучению мировой коллекции пшеницы / под ред. В. Ф. Дорофеева, Д. И. Руденко. – Л.: ВИР, 1980

[14] **Доспехов, Б. А**. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.

[15] **Бельгибаев, М.Е**., Белый А.В. Изменение климата и аридизация территории Северного и Центрального Казахстана // Гидрометеорологическая экология, 1999. – № 4. – С. 203-214.

[16] **Репко. Н.В.,** Репко В.В., Скибина Ю.С., Шепелев К.В. Подбор родительских пар для гибридизации озимого ячменя // Научный альманах, 2017. – № 9-2 (35). – С. 205-209.

[17] **Цыганков, В.,**Губашева, Б. Е., Цыганков, А. В., Цыганкова, Н. В. Влияние метеорологических условий на урожайность сортов яровой пшеницы в условиях Западного Казахстана // Ғылым және білім, 2023. – Т. 2, № 3(72). – С. 109–120. https://doi.org/10.52578/2305-9397-2023-3-2-109-120

[18] **Козубовская, Г.В.,** Балакшина В.И. Урожайность многорядного ярового ячменя разновидностей pallidum в сухостепной зоне // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, 2018. – Т. 179. – № 4. –С. 67–73. https://doi.org/10.30901/2227-8834-2018-4-67-73

[19] **Бишарёв, А.,** Долженко Д., Калякулина И., Шевченко С. Результаты селекции многорядных сортов ячменя для засушливых условий Среднего Поволжья // Российская сельскохозяйственная наука, 2025. – №1 – С.14-20. https://doi.org/10.7868/S3034582025010038

References:

[1] **Goncharov, N.P.,** Goncharov, P.L. Metodicheskie osnovy` selekcii rastenij. – Novosibirsk: Akademicheskoe izdatel`stvo «Geo», 2009. – 427 s. [in Russian]

[2] **Almerekova, S.,** Sariev, B., Abugalieva, A., Chudinov, V., Sereda, G., Tokhetova, L., Ortaev, A., Tsygankov, V., Blake, T., Chao, S., Genievskaya, Y., Abugalieva, S., Turuspekov, Y. Association mapping for agronomic traits in six-rowed spring barley from the USA harvested in Kazakhstan // PLOS ONE. – 2019. – Vol. 14, No. 8. – e0221064. https://doi.org/10.1472/journal.pone.0221064

[3] **Krasnova, L. I.** Chastnaya selekciya i pervichnoe semenovodstvo polevy`x kul`tur v usloviyax stepnogo i lesostepnogo Priural`ya. – Orenburg: OGAU, 2007. – 220 s. [in Russian]

[4] **Lepexov, S. B.** E`ffektivnost` otbora v rannix pokoleniyax gibridov sel`skoxozyajstvenny`x kul`tur po urozhajnosti i priznakam produktivnosti (obzor) // Trudy` po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. – 2018. – T. 179, № 4. – S. 177–190. https://doi.org/10.30901/2227-8834-2018-4-177-190

[5] Gosudarstvenny`j reestr selekcionny`x dostizhenij, dopushhenny`x k ispol`zovaniyu v Respublike Kazaxstan. – Astana, 2025. – URL: gcomsort.kz. [in Russian]

[6] Kompleksny`j plan po razvitiyu selekcii i semenovodstva sel`skoxozyajstvenny`x kul`tur Respubliki Kazaxstan na 2024–2028 gody`. Utverzhden postanovleniem Pravitel`stva Respubliki Kazaxstan ot 30 maya 2024 goda № 427. [in Russian]

[7] **Gryaznov, A. A.** Yachmen` Karabaly`kskij (korm, krupa, pivo). – Kustanaj, 1996. – 448 s. [in Russian]

[8] **Almerekova, S.,** Sariev B., Abugalieva A., Chudinov V., Sereda G., Tokhetova L., Ortaev, A., Tsygankov V., Blake T., Chao S., Genievskaya Y., Abugalieva S., Turuspekov Y. Association mapping for agronomic traits in six-rowed spring barley from the USA harvested in Kazakhstan // PLOS ONE. – 2019. – Vol. 14, No. 8. – e0221064. https://doi.org/10.1472/journal.pone.0221064

[9] **Dimova, D.,** Valcheva D., Dimitrova-Doneva, M. Correlation dependencies between yield and some elements of productivity in lines of spring six-row barley // Bulgarian Journal of Crop Science. – 2018. – Vol. 55, No. 6. – P. 3–8.

[10] **Serrago, R. A.,** García G.A., Savin R., Miralles D.J., Slafer G.A. Determinants of grain number responding to environmental and genetic factors in two- and six-rowed barley types // Field Crops Research. – 2023. – Vol. 302. – 109073. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.109073

[11] **Serrago, R. A.,** García G.A., Savin R., Miralles D.J., Slafer G.A. Relevance of grain number and grain weight on barley yield responses to environmental and genetic factors // Field Crops Research. – 2025. – Vol. 328. – 109922. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2025.109922

[12] **Neykov, N.** Correlation and path-coefficient analysis of yield and some traits related to the productivity of spring barley accessions from the European-Siberian genetic center // Bulgarian Journal of Crop Science. – 2018. – Vol. 55, No. 1. – P. 28–32.

[13] Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu mirovoj kollekcii pshenicy / pod red. V. F. Dorofeeva, D. I. Rudenko. – L.: VIR, 1980. [in Russian]

[14] **Dospexov, B. A.** Metodika polevogo opy`ta s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul`tatov issledovanij – 5-e izd., pererab. i dop. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351s. [in Russian]

[15] **Bel`gibaev, M.E.,** Bely`j A.V. Izmenenie klimata i aridizaciya territorii Severnogo i Central`nogo Kazaxstana // Gidrometeorologicheskaya e`kologiya, 1999. – № 4. – S. 203-214. [in Russian]

[16] **Repko. N.V.,** Repko V.V., Skibina Yu.S., Shepelev K.V. Podbor roditel`skix par dlya gibridizacii ozimogo yachmenya // Nauchny`j al`manax, 2017. – № 9-2 (35). – S. 205-209. [in Russian]

[17] **Cygankov, V.,** Gubasheva B.E., Cygankov A.V., Cygankova N.V. Vliyanie meteorologicheskix uslovij na urozhajnost` sortov yarovoj pshenicy v usloviyax Zapadnogo Kazaxstana // Fy`ly`mzhənebilim, 2023. – T. 2, № 3(72). – S. 109–120. https://doi.org/10.52578/2305-9397-2023-3-2-109-120 [in Russian]

[18] **Kozubovskaya, G.V.,** Balakshina V. I. Urozhajnost` mnogoryadnogo yarovogo yachmenya raznovidnostej pallidum v suxostepnoj zone // Trudy` po prikladnoj botanike, genetike i selekcii, 2018. – T. 179. – № 4. – S. 67–73. https://doi.org/10.30901/2227-8834-2018 4 67 73 [in Russian]

[19] **Bisharyov, A.,** Dolzhenko D., Kalyakulina I., Shevchenko S. Rezul`taty` selekcii mnogoryadny`x sortov yachmenya dlya zasushlivy`x uslovij Srednego Povolzh`ya // Rossijskaya sel`skoxozyajstvennaya nauka, 2025. – №1 – C.14-20. https://doi.org/10.7868/S3034582025010038 [in Russian]

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ЖАҒДАЙЫНДА КӨПҚАТАРЛЫ КӨКТЕМГІ АРПАНЫҢ (HORDEUM VULGARE L.) ШАРУАШЫЛЫҚ-ҚҰНДЫ БЕЛГІЛЕРІН СЕЛЕКЦИЯЛАУ ЖӘНЕ БАҒАЛАУ

ЧудиновВ.А.[1], Басқарма төрағасының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары
Шпигун В.И.[1], аға ғылыми қызметкер
Волкова Г.О.[1*], ғалым хатшы
Савин Т.В.[2], биология ғылымдарының кандидаты

[1] *«Қарабалық ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, Научный а., Қазақстан*
[2] *«А.И. Бараев атындағы астық ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Ақмола облысы, STEV AGRO ЖШС, Астана, Қазақстан*

Аңдатпа. Жаздық арпа Қазақстанда кең таралған дәнді-жемдік дақылдардың бірі болып табылады. Жоғары өнімділікті шаруашылық-құнды белгілер кешенімен үйлестіретін сорттарды жасау селекцияның негізгі бағыттарының бірі болып табылады.

Мақалада «Қарабалықская СХОС» ЖШС жағдайында көпқатарлы жаздық арпаны селекциялау нәтижелері келтірілген. Коллекцияның 290 сортүлгісін зерттеу барысында

шаруашылық-құнды белгілердің көздері анықталып, будандастыру үшін бастапқы материал қалыптастырылды. 21 будандастыру комбинациясы алынды. Бірінші жылғы селекциялық питомникке 14 комбинациядан 72 линия іріктелді. Көпқатарлы арпаның өнімділігі мен оның құрылымдық элементтері арасындағы корреляциялық байланыстарға талдау жүргізіліп, көпқатарлы және екіқатарлы формалардағы корреляциялық байланыстарға салыстырмалы бағалау берілді.

Көпқатарлы арпада өнімділік пен масақтағы дән саны арасында ең айқын оң корреляциялық байланыс анықталды (r = 0,566). Бәсекелестік сорт сынағында перспективалы линиялардың өнімділігі 28,7–31,0 ц/га құрап, стандарттың өнімділігі 26,4 ц/га, ал $НСР_{05}$ = 2,1 ц/га болды. 2024 жылдан бастап 2115 B02-1935 (USA)//К-2650 гибридті популяциясынан алынған «Искандер» сорты мемлекеттік сорт сынағына берілді. Сорттың орташа өнімділігі 30,4 ц/га, ал ең жоғары өнімділігі 2022 жылғы экологиялық сынақта 72,1 ц/га құрады. Өсімдіктің биіктігі – 59 см, 1000 дәннің массасы – 43,33 г. Сорт *ricotense* түршесіне жатады және Солтүстік Қазақстан жағдайында перспективалы болып табылады.

Тірек сөздер: жаздық арпа, көпқатарлы арпа, будандастыру, селекция, өнімділік, корреляциялық байланыстар, масақтағы дән саны, 1000 дәннің массасы, бәсекелестік сорт сынағы, мемлекеттік сорт сынағы.

BREEDING AND EVALUATION OF AGRONOMICALLY IMPORTANT TRAITS IN MULTI-ROW SPRING BARLEY (HORDEUM VULGARE L.) UNDER THE CONDITIONS OF NORTHERN KAZAKHSTAN

Chudinov V.A.[1], Deputy Chairman of the Board for Research
Shpigun V.I.[1], Senior Researcher
Volkova G.O.[1*], Scientific Secretary
Savin T.V.[2], Candidate of Biological Sciences

[1]*Karabalyk Agricultural Experimental Station LLC, Nauchny Village, Kazakhstan*
[2]*A.I. Barayev Grain Research and Production Center LLC*
Akmola Region, STEV AGRO LLC, Astana, Saryarka District,

Annotation. Spring barley is one of the most widely cultivated cereal and feed crops in Kazakhstan. The development of varieties combining high yield with a complex of economically valuable traits is one of the main objectives of plant breeding.

The article presents the results of breeding of six-row spring barley under the conditions of Karabalyk Agricultural Experimental Station LLP. Among 290 accessions of the collection, sources of economically valuable traits were identified and initial material for hybridization was developed. A total of 21 crossing combinations were obtained. In the first-year breeding nursery, 72 lines from 14 combinations were selected. A correlation analysis of the relationships between yield and its structural components in six-row barley was conducted, along with a comparative assessment of correlation relationships in six-row and two-row forms.

It was established that in six-row barley, the strongest positive correlation with yield was observed for the number of grains per spike (r = 0.566). In the competitive variety trial, the yield of promising lines ranged from 28.7 to 31.0 c/ha, compared with 26.4 c/ha for the standard, with LSD_{05} = 2.1 c/ha. Since 2024, the variety ‘Iskander’, derived from the hybrid population 2115 B02-1935 (USA)//K-2650, has been submitted for state variety testing. The mean yield of the variety was 30.4 c/ha, with a maximum yield of 72.1 c/ha recorded in the ecological trial in 2022. Plant height was 59 cm, and 1000-grain weight was 43.33 g. The variety belongs to the *ricotense* botanical variety and is of interest for cultivation under the conditions of Northern Kazakhstan.

Keywords: spring barley, six-row barley, hybridization, breeding, yield, correlation relationships, number of grains per spike, 1000-grain weight, competitive variety trial, state variety testing.

МРНТИ 68.35.03; 68.35.29 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.361

ИЗУЧЕНИЕ СЕЛЕКЦИОННОЙ И ПРАКТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ЛИНИЙ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ СКРЕЩИВАНИИ С СИНТЕТИЧЕСКИМИ ЛИНИЯМИ

Чудинов В.А.[1]., заместитель Председателя Правления по научной работе
ch.den@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-6740-8383
Шпигун В.И.[1], старший научный сотрудник
v.shpigun@mail.ru, https://orcid.org/0009-0000-3435-418X
Бодрая М.Ю.[1], магистр сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
m.bodraya95@mail.ru, https://orcid.org/0009-0003-8826-5758
Волкова Г.О.[1,2], ученый секретарь
rgkp.karabalyk@mail.ru, https://orcid.org/0009-0009-2283-3963
Моргунов А.И. [2], кандидат сельскохозяйственых наук
https://orcid.org/0000-0001-7082-5655
Савин Т.В.[3], кандидат биологических наук
savintimur_83@mail.ru, https://orcid.org/0002-3550-647X

[1]ТОО «Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция», п. Научное, Казахстан
[2]Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан
[3]ТОО Научно- производственный центр зернового хозяйства имени А.И Бараева Акмолинская обл., Шортандинский район, п Научный, Казахстан

Аннотация. В статье приведены результаты исследований ТОО «Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция» в области использования синтетических линий пшеницы в создании новых сортов культуры методом простых парных скрещиваний. Получено 80 гибридных комбинаций с синтетическими линиями, полученными в университете Киото (Япония), от скрещивания сорта твердой пшеницы Langdon (США) с формами эгилопса различных эколого-географических групп, предоставленными СИММИТ. Показаны результаты испытаний 21 селекционной линии на разных стадиях селекционного процесса.

Проведены генетические исследования по 21 селекционной линии с определением НЛНО — Наилучшая Линейная Несмещённая Оценка и ГРСЦ (геномная расчётная селекционная ценность). Выделены источники устойчивости к бурой листовой ржавчине, показателю числа падения и зерновой продуктивности.

Использование синтетических линий в качестве источников устойчивости к бурой листовой ржавчине и прорастанию на корню, а также параметров числа падения имело положительный эффект: так, устойчивость к прорастанию на корню и высокое число падения показали 9 линий из 21 испытуемой. При эпифитотии бурой листовой ржавчины 2024 года 8 линий показали высокую устойчивость к возбудителю патогена.

По результатам исследований 7 линий отмечены как высокоустойчивые (процент поражения болезнью 5-20%). К примеру, линия LANGDON/IG48042//Line 832 не имела признаков поражения болезнью, также у данной линии отмечается высокий уровень продуктивности - 35,7 ц/га против 32,2 ц/га у стандартного сорта «Айна» при НСР05, равной 2,3 ц/га. Обобщив результаты исследования, следует сказать, что не все устойчивые к данной болезни линии имели высокую зерновую продуктивность.

Ключевые слова: Селекция, скрещивание, синтетическая линия, гибридная комбинация, устойчивость, генотипирование.

Введение. Глобальное изменение климатических условий накладывает свой отпечаток и на производство зерна пшеницы, предъявляя новые требования как к технологии возделывания культуры, так и к сортовому составу.

Повышение температуры воздуха на территории Северного и Центрального Казахстана за последние 100 лет превышает средний глобальный уровень потепления на +0,53°С, что в значительной степени окажет влияние на возделывание зерновых культур в лесостепной и степной почвенно-климатических зонах (1).

Тенденция изменения климатических условий выращивания влечет за собой распространение болезней и вредителей сельскохозяйственных культур, что, безусловно, отрицательно скажется на их урожайности. Подтверждением служит эпифитотийная обстановка 2024 и 2025 годов, когда поражение восприимчивых сортов бурой листовой ржавчиной достигало 100%. В таких условиях посевы требовали трехкратной обработки фунгицидами, что значительно повышало себестоимость продукции. Наиболее эффективным и менее затратным способом борьбы с распространением болезней является использование устойчивых сортов.

Создание устойчивых сортов требует наличия исходного материала, обладающего работающими генами устойчивости к патогенам. Многие устойчивые сорта, используемые в производстве, теряют свою устойчивость на фоне появления новых рас возбудителя; так сорт яровой мягкой пшеницы Айна селекции Карабалыкской СХОС, показывающий высокую устойчивость к бурой листовой и стеблевой ржавчинам пшеницы на протяжении ряда лет, стал поражаться бурой листовой ржавчиной на уровне 25-50%.

Проблему устойчивости к абиотическим и биотическим факторам среды многие исследователи решают за счет введения в генотип создаваемых сортов пшеницы генов устойчивости диких сородичей культуры. В селекции на устойчивость применяются виды рода Aegilops, Agropyron, Secale, T. Dicoccon Elymus и др. Гены от них могут быть перенесены прямой гибридизацией, гомологичной рекомбинацией хромосом, обычным бекроссированием и отбором (2). Большая работа по использованию диких сородичей в создании новых сортов пшеницы проводится в международном центре улучшения кукурузы и пшеницы СИММИТ (3). Так по программе челночной селекции, проводимой СИММИТ с участием селекционных учреждений Казахстана и России, было получено большое количество гибридных популяций пшеницы, в том числе и с использованием диких сородичей (4). В результате проведенного отбора из гибридной комбинации LUTESCENS 30-94/3/T.DICOCCON PI94625/AE.SQUARROSA (372) //3*PASTOR независимо друг от друга были созданы два сорта яровой мягкой пшеницы «Силантий» селекции Омского Государственного аграрного университета (Россия), и сорт «Кудесница» Карабалыкской СХОС (Казахстан). Цель исследования: определить селекционную ценность синтетических линий яровой мягкой пшеницы в условиях зоны умеренно засушливой степи Северного Казахстана.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились в условиях ТОО «Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция» Она расположена в зоне умеренно-засушливой степи. Почва – чернозем обыкновенный, среднегумусный, тяжелосуглинистый. В среднем из 10 лет 3 года являются влажными (ГТК ≥1), 5 – засушливыми (ГТК 0,5 – 0,7), 2 – острозасушливыми (ГТК ≤0,5).

Для подзоны чернозёмов обыкновенных в условиях умеренно засушливой степи характерен резко-континентальный тип климата с сильной изменчивостью влажности, температуры и других метеорологических элементов в суточном и годовом ходе. Среднегодовое количество осадков (за последние 80 лет) в пределах подзоны составляет 339,3 мм, испаряемость значительно превышает количество атмосферных осадков, создавая тем самым дефицит влаги. За вегетационный период выпадает в среднем 184,7 мм. Среднегодовая температура воздуха положительная и составляет $+2,8^0$С. Самый холодный месяц – январь. Для условий Северного Казахстана характерны сильные ветра, достигающие 5–10 м./с., что обуславливает быстрое иссушение почвы, особенно в весенний период. Это способствует развитию частых пыльных бурь.

Предшественник чистый пар. Агротехнические мероприятия проводились в соответствии с зональной почвозащитной системой земледелия. Осенью выполнялась глубокая плоскорезная обработка, зимой снегозадержание, в ранний предпосевной период закрытие влаги, перед посевом культивация. Сроки и нормы высева оптимальные для зональных условий умеренно- засушливой степи. Удобрения не вносились.

В качестве исходного материала служили синтетические линии селекции

университета Киото (Япония), полученные от скрещивания сорта твердой пшеницы Langdon (США) с формами эгилопса различных эколого-географических групп, предоставленные СИММИТ. Для скрещивания в качестве материнских форм были выбраны 15 линий: LANGDON/KU2074, LANGDON/KU2092, LANGDON/KU2098, LANGDON/KU2100, LANGDON/KU2124, LANGDON/KU2144, LANGDON/IG48042 и др. В качестве отцовских форм использовались сорта и линии питомника КАСИБ с высокой устойчивостью к бурой листовой ржавчине (5). Гибридизация проводилась в полевых условиях методом Твелла. Испытание гибридного материала проводили способом пересева, отбор проводился в F5 с последующим тестированием по полной схеме селекционного процесса (6).

Селекционный питомник 1-го года (СП-1) высевался вручную колосьями квадратно-гнездовым способом по схеме 44х45 см. Селекционный питомник 2- года высевался механически делянками 5 м^2 в однократной повторности. Площадь делянок контрольного питомника составляла 10 м^2 в двукратной повторности. Конкурсное сортоиспытание высевается в трех повторениях на 10м^2. Для генотипирования была использована система Skim-секвенсинг — метод низкопокрывающего полногеномного секвенирования (обычно 0,1–1× покрытие), при котором каждый образец прочитывается с минимальной глубиной, что резко снижает стоимость генотипирования при сохранении достаточной информации для популяционно-генетического анализа. В анализе по каждому генотипу сначала рассчитывают BLUE (Best Linear Unbiased Estimator), по-русски — НЛНО (Наилучшая Линейная Несмещённая Оценка), на основе первичных данных. Это делается по всем признакам. Затем следует прогнозирование и расчет ГРСЦ (геномной расчётной селекционной ценности). Эффективность прогнозирования оценивается по корреляции между ГРСЦ и НЛНО

Результаты исследований и обсуждение. В результате простого парного скрещивания с участием синтетических линий было получено 80 гибридных комбинаций, кастрировано 2302 цветка, получено 1131 гибридных зерна, процент завязываемости составил 49,1% (рисунок 1.).

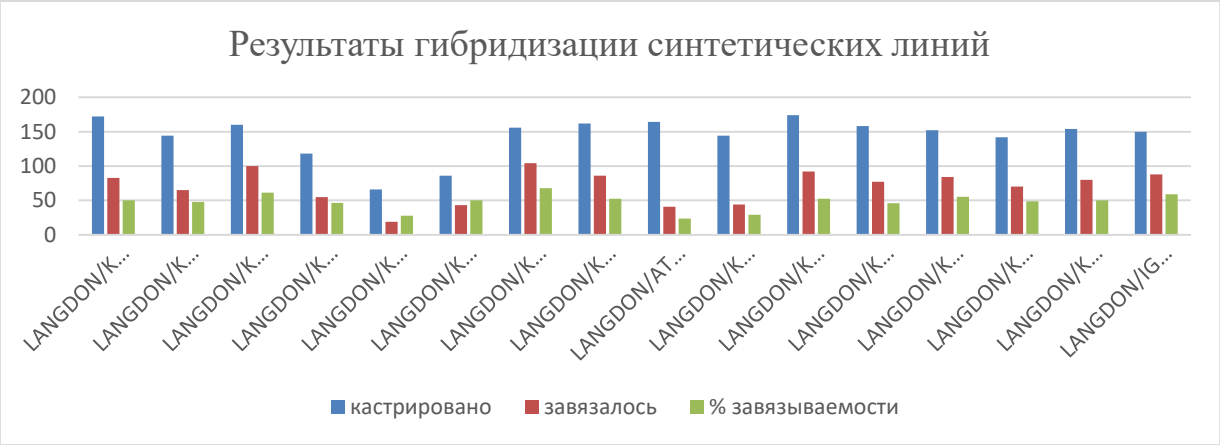


Рисунок 1 – Результаты гибридизации с использованием синтетических линий пшеницы

Высокий процент завязываемости при скрещивании показали линии LANGDON/KU2098 (61,6%), LANGDON/KU2159 (67,7%), LANGDON/IG48042 (59,1%), что говорит о высокой генетической совместимости указанных линий с культурной пшеницей. Низкая завязываемость зерен наблюдалась при использовании линий LANGDON/KU2124 (27,8%), LANGDON/AT55 (23,9%).

Использование синтетических линий в практической селекции требует тщательного отбора, начиная, как правило, с гибридов второго поколения (F2). Это связано с тем, что при расщеплении имеют место различные формы: синтетики, полусинтетические и непосредственно культурная пшеница (рисунок 2). Отбор проводится в каждом

последующем поколении и окончательный в F5.



Рисунок 2 – Разнообразие формы колоса, полученные при использовании синтетических линий пшеницы

По результатам массового отбора был сформирован селекционный питомник 1-го года, в который вошли 85 линий из 39 комбинаций скрещивания 41 комбинация была выбракована. Самое большое количествво линий (20) было отобрано из комбинпации где материнской формой выступала линия LANGDON/IG48042. Средняя урожайность по питомнику составила 38,9 гр. (рисунок 3).

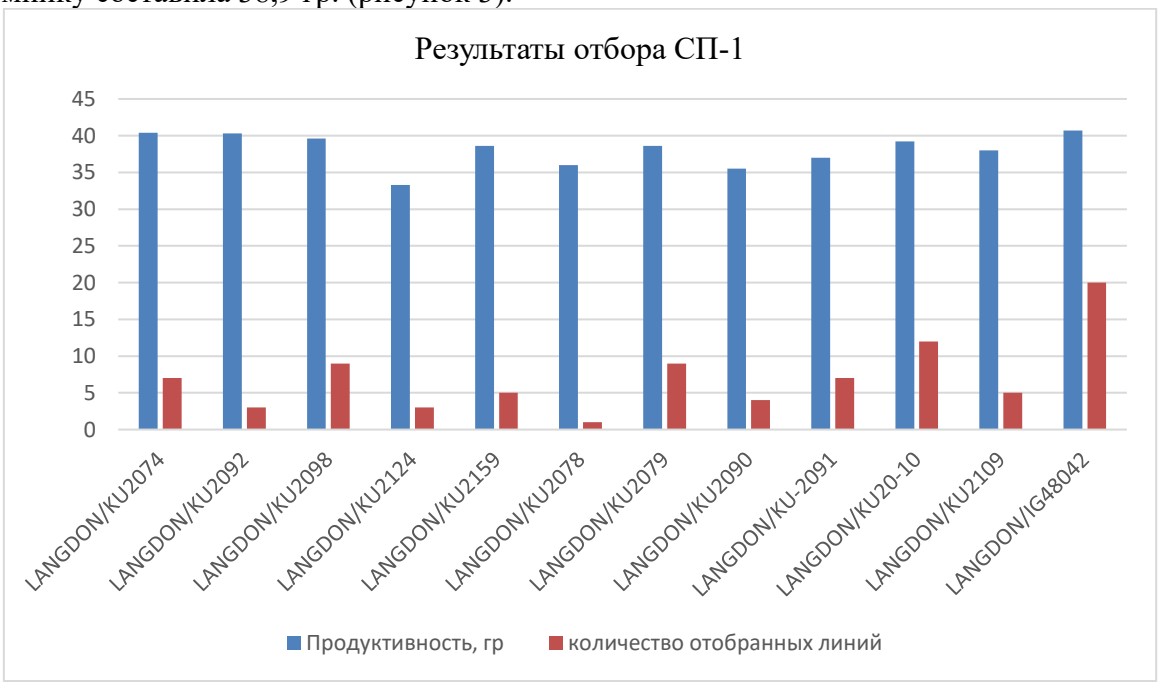


Рисунок 3 – Результаты отбора гибридных популяций

Дальнейшее испытание указанных линий было продолжено в селекционном питомнике 2-го года, где к оценке по параметрам продуктивности добавилась продолжительность периода вегетации (таблица 1).

Продолжительность вегетационного периода варьировала от 70 до 85 суток при периоде вегетации стандартного сорта «Фантазия» 73 суток. Минимальный показатель зерновой продуктивности был равен 22,8 ц/га, максимальный 31,8 ц/га, средний показатель по питомнику 26,4 ц/га при продуктивности стандарта 26,8 ц/га.

Таблица 1 – Результаты испытания селекционных линий, созданных с участием синтетической пшеницы в селекционном питомнике 2-го года, 2023-2025 гг

Pedigree	Вегета-ционный период, сут.	вес, кг с 5м.кв	ц/га	Мас-са 1000 зерен, гр	Число падения сек.
Фантазия (стандарт)	73	1,476	26,8	33,30	186
LANGDON/KU2098/2/Line 832	85	1,200	24,0	35,61	65
LANGDON/KU2098/2/Line 832	85	1,290	25,8	39,29	219
LANGDON/KU2098/2/ Lut.219-03-13	79	1,168	23,4	40,00	229
LANGDON/KU2124/2/Omskaya 38-19	78	1,258	25,2	32,13	62
LANGDON/KU2159/2/Lut.219-03-13	70	1,148	23,0	35,46	151
LANGDON/KU2079/2/Lutestsens 204-04-12	79	1,148	23,0	35,26	210
LANGDON/KU2090/2/Lutestsens 242-97-2-32	77	1,170	23,4	34,60	222
LANGDON/KU-2091//Lutestsens 242-97-2-43	79	1,294	25,9	37,00	260
LANGDON/KU20-10//Omskaya 37	79	1,338	26,8	45,89	126
LANGDON/KU20-9//Line 832	85	1,590	31,8	39.97	60
LANGDON/KU20-10// Line 832	77	1,170	23,4	35,30	60
LANGDON/KU20-10// Line 832	70	1,230	24,6	32,82	60
LANGDON/KU20-10// Line 832	76	1,276	25,5	42,58	67
LANGDON/KU20-10//Lutestsens 7-04-6	77	1,326	26,5	33,71	205
LANGDON/KU2109//Omskaya 37	85	1,400	28,0	39,37	248
LANGDON/IG48042//Omskaya 38-19	78	1,140	22,8	43,75	138
LANGDON/IG48042// Omskaya 38-19	79	1,290	25,8	38,74	288
LANGDON/IG48042//Line 832	85	1,240	24,8	39,18	80
LANGDON/IG48042//Lutestsens 7-04-4	77	1,290	25,8	31,92	216
LANGDON/IG48042//Lutestsens 7-04-4	85	1,490	29,8	42,13	178
LANGDON/IG48042//Lutestsens 197-04-7	73	1,430	28,6	42,10	116
Min	70		22,8	31,9	60
Max	85		31,8	45,8	288
Среднее			26,4	36,9	95

Год проведения испытания (2023г) характеризовался высоким количеством осадков в августе (117,0 мм), что способствовало прорастанию зерна на корню, в связи с чем появилась возможность оценки селекционного материала по показателю числа падения в естественных условиях. Результаты оценки показали, что из 154 линий питомника СП-2 всего 15 имели показатель числа падения выше 200 сек. Из них 9 линий созданных на основе синтетиков (таблица 1).

Дальнейшие испытания, продолженные в контрольном питомнике, позволили выделить линии, устойчивые к бурой листовой ржавчине (таблица 2).

По результатам исследований 7 линий отмечаются как высокоустойчивые (процент поражения 5-20%), а линия LANGDON/IG48042//Line 832 не имела признаков поражения болезнью; также у данной линии отмечается высокий уровень продуктивности (35,7 ц/га против 32,2 ц/га у стандартного сорта «Айна»), при $НСР_{05}$, равной 2,3 ц/га.

При этом не все устойчивые к данной болезни линии имели высокую зерновую продуктивность, что, скорее всего, связано с трудностями отбора в полевых условиях, когда проявляются не все лимитирующие факторы среды и реакция генотипа на них.

Таблица 2 – Результаты испытания селекционных линий пшеницы в контрольном питомнике 2023 - 2025 года

Скрещивание	Период вегетации сут	Высота растений, см	Длина колоса см	Кол-во зерен шт.	Ржавчина %	Урожайность, ц/га
Фантазия (стандарт	88	98	8	28	70	30,8
LANGDON/KU2098/2/Line 832	90	106	9	26	100	19,5
LANGDON/KU2098/2/Line 832	90	102	7	25	5	31,5
LANGDON/KU2098/2/ Lut.219-03-13	92	105	9	25	5	28,2
LANGDON/KU2124/2/Omskaya 38-19	91	110	8	26	70	30,1
LANGDON/KU2159/2/Lut.219-03-13	86	103	8	20	100	24,4
LANGDON/KU2079/2/Lutestsens 204-04-12	88	95	9	26	100	26,1
LANGDON/KU2090/2/Lutestsens 242-97-2-32	88	90	6	25	100	22,4
LANGDON/KU-2091//Lutestsens 242-97-2-43	92	105	9	23	100	20,0
LANGDON/KU20-10//Omskaya 37	93	107	9	24	100	20,7
LANGDON/KU20-9//Line 832	90	105	9	27	100	12,4
LANGDON/KU20-10// Line 832	88	97	8	35	20	33,9
LANGDON/KU20-10// Line 832	83	82	9	31	100	22,0
LANGDON/KU20-10// Line 832	86	100	9	27	10	29,5
LANGDON/KU20-10//Lutestsens 7-04-6	88	96	8	31	100	23,4
LANGDON/KU2109//Omskaya 37	93	96	9	22	100	10,9
LANGDON/IG48042//Omskaya 38-19	86	100	8	21	100	28,9
LANGDON/IG48042// Omskaya 38-19	93	101	9	21	100	13,9
LANGDON/IG48042//Line 832	90	104	9	29	0	35,7
LANGDON/IG48042//Lutestsens 7-04-4	90	94	9	24	5	24,9
LANGDON/IG48042//Lutestsens 7-04-4	86	104	9	20	5	31,7
LANGDON/IG48042//Lutestsens 197-04-7	86	96	7	24	10	32,9
Айна стандарт	90	105	9	26	70	32,2
НСР05						2,3
Min	83	82	6	20		
Max	93	110	9	35		

С целью изучения вклада генотипа и среды во взаимодействие и варьирование признаков были применены методы геномной селекции.

Геномная селекция в Казахстане была начата в конце 2023 года в сотрудничестве с группой Д-ра Джесси Поланда в университете КАУСТ (Университет науки и технологий им.

короля Абдуллы, г. Джедда, Саудовская Аравия), который также получал для Казахстана зимний урожай семян гибридов и популяций для ускорения селекции. Для проведения генетического анализа было отправлено 294 образца яровой мягкой пшеницы, в том числе описанные выше 21 линия, полученные с применением синтетиков (рисунок 4).

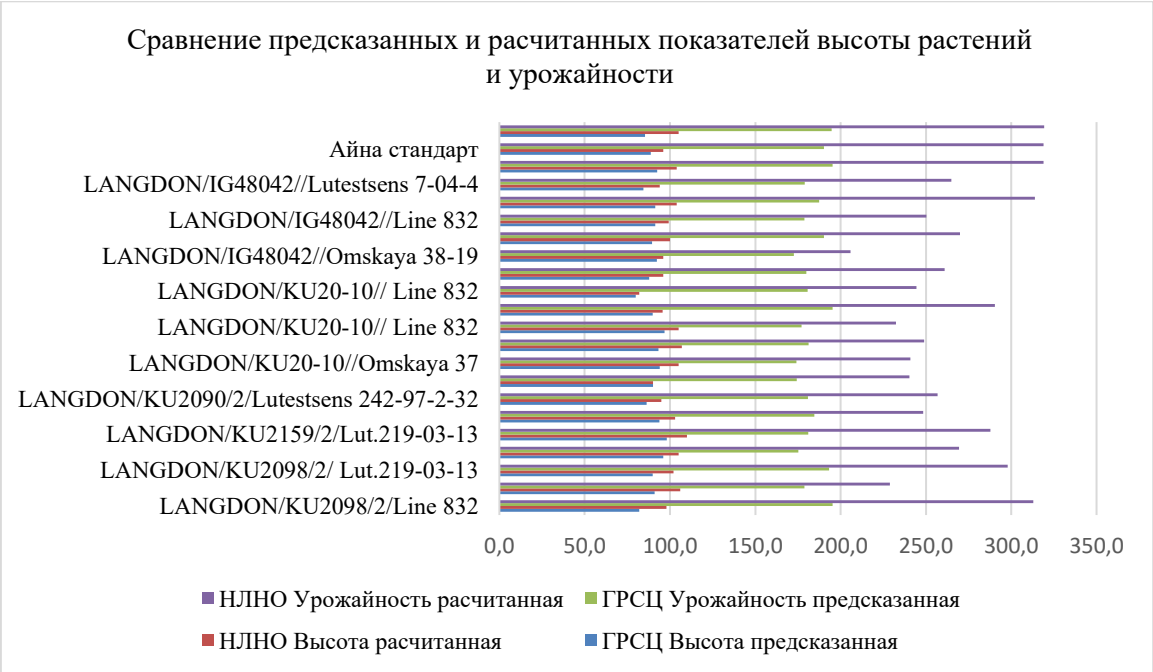


Рисунок 4 – Значение признаков высоты растений и урожайности

Коэффициент корреляции между рассчитанными и предсказанными показателями составил: для высоты растений 0,88, для урожайности 0,80.

Анализ полученных данных ГРСЦ по урожайности показывает, что из числа предс-тавленных селекционных линий, превышающих стандартные сорта по урожайности, нет. На уровне стандарта находятся линии LANGDON/KU20-10// Line 832 и LANGDON/IG48042// Lutestsens 7-04-4; незначительно уступают стандарту линии LANGDON/KU2098/2/Line 832, LANGDON/IG48042//Omskaya 38-19, LANGDON/IG48042//Line 832.

Заключение. Проведенные исследования по определению селекционной и практической ценности линий яровой мягкой пшеницы, полученных с использованием синтетиков, позволяют сделать вывод, что простые парные скрещивания не дают высокой зерновой продуктивности полученных селекционных линий в сравнении со стандартными сортами. Из 80 гибридных комбинаций отбор по хозяйственно-ценным признакам проведен из 39 комбинаций скрещивания, 41 комбинация оказалась непригодна для отбора по причине низкой продуктивности. Из отобранных 85 селекционных линий только 2 линии по урожайности находились на уровне стандартных сортов.

Использование синтетических линий в качестве источников устойчивости к бурой листовой ржавчине, прорастанию на корню, параметров числа падения имело положительный эффект, так как устойчивость к прорастанию на корню и высокое число падения показали 9 линий из 21 испытуемой. При эпифитотии бурой листовой ржавчины 2024 года 8 линий показали высокую устойчивость к возбудителю патогена.

С целью повышения селекционной ценности линий, полученных при скрещивании с синтетическими формами, необходимо проводить многократные скрещивания с культурными сортами и отбор продуктивных форм.

Благодарность. Работа выполнена в рамках Программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан по бюджетной программе BR24892821 «Создание высокопродуктивных сортов и гибридов зерновых культур на основе

достижений биотехнологии, генетики, физиологии, биохимии растений для устойчивого их производства в различных почвенно-климатических зонах Казахстана» на 2024-2026 гг.

Литература:

[1] **Бельгибаев, М.Е.,** Белый А.В. Изменение климата и аридизация территории Северного и Центрального Казахстана // Гидрометеорологическая экология, 1999 .– № 4. – С. 203-214.

[2] **Потоцкая, И.В.,** Шаманиан В.П. Селекционная оценка «популяций – синтетиков» яровой мягкой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Современные проблемы науки и образования, 2015. – № 1-1. – С. 1683-1684.

[3] **Radgaram S.,** Borlaug N.E., van Ginkel M. CIMMYT international wheat breeding: FAO corporate document repository, 2011. – 18 p.

[4] **Шаманин В.П.,** Моргунов А.И., Зеленский Ю.И. и др. Создание адаптивного селекционного материала яровой мягкой пшеницы с использованием метода челночной селекции СИММИТ // Современные проблемы науки и образования, 2012. – № 2. – С. 386-387.

[5] **Рсалиев А.С.,** Гультяева Е.И., Шайдаюк Е.Л., Коваленко Н.М., Молдажанова Р.А., Пахратдинова Ж.У. Характеристика устойчивости перспективных образцов яровой мягкой пшеницы к листостебельным болезням. *Биотехнология и селекция растений*. 2019;2(2):14-23. https://doi.org/10.30901/2658-6266-2019-2-14-23

[6] **Гончаров, Н.П.**, Гончаров П.Л. Методические основы селекции растений. – Новосибирск: Акад. Изд-во «Гео», 2009. – 427 с.

[7] **Жылкыбаев, Р.С.**, Жигула Т.Ю., Шпигель А.Л., Потоцкая И.В. Формирование урожайности и качества зерна твердой пшеницы в условиях Северного Казахстана [Текст] / Р.С. Жылкыбаев, Т.Ю. Жигула А. Л. Шпигель И. В. Потоцкая // Аграрный вестник Урала, 2025**.** – Т. 25. – № 3. – С. 360-370. https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-03-360-370 .

[8] **Доспехов, Б. А.** Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351

[9] **Цыганков, В.**, Губашева Б. Е., Цыганков А. В., Цыганкова Н.В. Влияние метеорологических условий на урожайность сортов яровой пшеницы в условиях Западного Казахстана // Ғылым және білім. – 2023. – Т. 2, № 3(72). – С. 109–120. https://doi.org/10.52578/2305-9397-2023-3-2-109-120.

[10] **Ferney, H.**, Morgounov A., Abugalieva A. Evaluation of grain yield stability, reliability and cultivar recommendations in spring wheat Triticum aestivum L. from Kazakhstan and Siberia // Journal of Central European Agriculture, 2007. – Vol. 7, № 4. – P. 649–660. https://doi.org/10.5513/jcea.v7i4.407

[11] **Бесалиев, И. Н.** Оценка адаптивности сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Оренбургской области // Земледелие. – 2023. – № 1. – С. 32–36. https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-1-32-36

[12] **Пакудин, В. З.**, Лопатина Л. М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур [Текст] // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – № 4. – С. 109.

[13] **Айдарбекова, Т. Ж.**, Сыздыкова Г. Т., Малицкая Н. В., Нургазиев Р. Е., Хусаинов А. Т., Жабаева М. У., Маханова С. К., Шойкин О. Д. Сравнительная оценка линий яровой мягкой пшеницы Triticum aestivum L. в степной зоне Северо-Казахстанской области // Сельскохозяйственная биология, 2022. – Т. 57. – № 1. – С. 66–80. https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.1.66 .

[14] **Султанов, Ф. С.,** Юдин А. А., Габдрахимов О. Б. и др. Продуктивность и качество зерна новых сортов яровой пшеницы в зависимости от норм высева и сроков посева // Достижения науки и техники АПК, 2019. – Т. 33. – № 6. – С. 22-25. https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10605

[15] Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1975. – Вып. 4. –121 с.

References:

[1] **Bel'gibaev, M.E.,** Belyj A.V. Izmenenie klimata i aridizacija territorii Severnogo i Central'nogo Kazahstana // Gidrometeorologicheskaja jekologija, 1999.– № 4. – S. 203-214. [in Russian]

[2] **Potockaja, I.V.,** Shamanian V.P. Selekcionnaja ocenka «populjacij – sintetikov» jarovoj mjagkoj pshenicy v uslovijah juzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija, 2015, № 1-1. – S. 1683-1684. [in Russian]

[3] **Radgaram S.,** Borlaug N.E., van Ginkel M. CIMMYT international wheat breeding: FAO corporate document repository, 2011. – 18 p. [in Russian]

[4**] Shamanin V.P.,** Morgunov A.I., Zelenskij Ju.I. i dr. Sozdanie adaptivnogo selekcionnogo materiala jarovoj mjagkoj pshenicy s ispol'zovaniem metoda chelnochnoj selekcii SIMMIT // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija, 2012. – № 2. – S. 386-387. [in Russian]

[5] **Rsaliev A.S.,** Gul'tjaeva E.I., Shajdajuk E.L., Kovalenko N.M., Moldazhanova R.A., Pahratdinova Zh.U. Harakteristika ustojchivosti perspektivnyh obrazcov jarovoj mjagkoj pshenicy k listostebel'nym boleznjam. Biotehnologija i selekcija rastenij. 2019;2(2):14-23. https://doi.org/10.30901/2658-6266-2019-2-14-23 [in Russian]

[6] **Goncharov, N.P.,** Goncharov P.L. Metodicheskie osnovy selekcii rastenij. – Novosibirsk: Akad. Izd-vo «Geo», 2009. – 427 s. [in Russian]

[7] **Zhylkybaev, R.S.,** Zhigula T.Ju., Shpigel' A.L., Potockaja I.V. Formirovanie urozhajnosti i kachestva zerna tverdoj pshenicy v uslovijah Severnogo Kazahstana [Tekst] / R.S. Zhylkybaev, T.Ju. Zhigula A. L. Shpigel' I. V. Potockaja // Agrarnyj vestnik Urala, 2025. – T. 25. – № 3. – S. 360-370. https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-03-360-370. [in Russian]

[8] **Dospehov, B. A.** Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij – 5-e izd., pererab. i dop. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 [in Russian]

[9] **Cygankov, V.,** Gubasheva B. E., Cygankov A. V., Cygankova N.V. Vlijanie meteorologicheskih uslovij na urozhajnost' sortov jarovoj pshenicy v uslovijah Zapadnogo Kazahstana // Ғylym zhəne bilim. – 2023. – T. 2, № 3(72). – S. 109–120. https://doi.org/10.52578/2305-9397-2023-3-2-109-120. [in Russian]

[10] **Ferney, H.,** Morgounov A., Abugalieva A. Evaluation of grain yield stability, reliability and cultivar recommendations in spring wheat Triticum aestivum L. from Kazakhstan and Siberia // Journal of Central European Agriculture, 2007. – Vol. 7, № 4. – P. 649–660. https://doi.org/10.5513/jcea.v7i4.407

[11] **Besaliev, I. N.** Ocenka adaptivnosti sortov jarovoj mjagkoj pshenicy v uslovijah Orenburgskoj oblasti // Zemledelie. – 2023. – № 1. – S. 32–36. https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-1-32-36 [in Russian]

[12] **Pakudin, V. Z.,** Lopatina L. M. Ocenka jekologicheskoj plastichnosti i stabil'nosti sortov sel'skohozjajstvennyh kul'tur [Tekst] // Sel'skohozjajstvennaja biologija. – 1984. – № 4. – S. 109. [in Russian]

[13] **Ajdarbekova, T. Zh.,** Syzdykova G. T., Malickaja N. V., Nurgaziev R. E., Husainov A. T., Zhabaeva M. U., Mahanova S. K., Shojkin O. D. Sravnitel'naja ocenka linij jarovoj mjagkoj pshenicy Triticum aestivum L. v stepnoj zone Severo-Kazahstanskoj oblasti // Sel'skohozjajstvennaja biologija, 2022. – T. 57. – № 1. – S. 66–80. https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.1.66. [in Russian]

[14] **Sultanov, F. S.,** Judin A. A., Gabdrahimov O.B. i dr. Produktivnost' i kachestvo zerna novyh sortov jarovoj pshenicy v zavisimosti ot norm vyseva i srokov poseva // Dostizhenija nauki i tehniki APK, 2019. – T. 33. – № 6. – S. 22-25. https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10605 [in Russian]

[15] Metodika gosudarstvennogo sortoispytanija sel'skohozjajstvennyh kul'tur. – M.: Kolos, 1975. – Vyp. 4. –121 s. [in Russian]

СИНТЕТИКАЛЫҚ СЫЗЫҚТАРМЕН ҚИЫЛЫСУ КЕЗІНДЕ АЛЫНҒАН ЖАЗДЫҚ ЖҰМСАҚ БИДАЙ СЫЗЫҚТАРЫНЫҢ СЕЛЕКЦИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ПРАКТИКАЛЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ

Чудинов В.А.[1], Басқарма төрағасының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары
Шпигун В.И.[1], аға ғылыми қызметкер
Бодрая М. Ю.[1], ауыл шаруашылығы ғылымдарының, аға ғылыми қызметкер,
Волкова Г.О.[1,2*], ғалым хатшы
Моргунов А.И. ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
Савин Т.В.[2], биология ғылымдарының кандидаты

[1] "Қарабалық ауылшаруашылық тәжірибе станциясы" ЖШС, Научный ауылы, Қазақстан
[2] әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан
[3]«А.И Бараев атындағы астық шаруашылығының ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС Ақмола облысы, Шортанды ауданы, Научный кенті

Аңдатпа. Мақалада Қарабалық ауыл шаруашылығы қарапайым жұптық крест әдісімен

мәдениеттің жаңа сорттарын жасауда бидайдың синтетикалық сызықтарын қолдану саласындағы зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Киото университетінде (Жапония) алынған синтетикалық сызықтары бар 80 гибридті комбинация, лангдон қатты бидай сортын (АҚШ) әртүрлі экологиялық-географиялық топтардың эгилопс формаларымен кесіп өтуден алынған.СИММИТ. 21 селекциялық желінің селекциялық процесінің әртүрлі кезеңдеріндегі сынақ нәтижелері көрсетілген. 21 селекциялық сызық бойынша нлно — ең жақсы Сызықтықмещыспаған бағалау және ГДСО (геномдық есептік селекциялық құндылық) анықтаумен генетикалық зерттеулер жүргізілді. Қоңыр жапырақ тоттарына, құлау санының көрсеткішіне, астық өнімділігіне төзімділік көздері анықталды. Синтетикалық сызықтарды қоңыр жапырақ тотына, тамырдың өнуіне, құлау санының параметрлеріне төзімділік көзі ретінде пайдалану оң әсер етті, сондықтан тамырдың өнуіне төзімділік және жоғары құлау саны 21 субъектінің 9 жолын көрсетті. 2024 жылғы қоңыр жапырақ татының эпифитотиясында 8 жол патогеннің қоздырғышына жоғары төзімділік көрсетті. Зерттеу нәтижелері бойынша 7 жол ауруға шалдығудың жоғары төзімді пайызы 5-20% деп белгіленеді. Мысалы, Langdon/ig48042//Line 832 желісінде аурудың зақымдану белгілері байқалмады, сонымен қатар бұл желіде "Айна" стандартты сортында 32,2 ц/га-ға қарсы 35,7 ц/га жоғары өнімділік деңгейі байқалады, NSR05 2,3 ц/га-ға тең. зерттеу нәтижелерін қорытындылай келе, берілген өнімділікке төзімді емес деп айту керек сызық аурулары жоғары астық өнімділігіне ие болды.

Тірек сөздер: Селекция, крест, синтетикалық сызық, гибридті комбинация, төзімділік, генотиптеу.

STUDY OF THE BREEDING AND PRACTICAL VALUE OF SPRING SOFT WHEAT LINES OBTAINED BY CROSSING WITH SYNTHETIC LINES

Chudinov V.A.[1], Deputy Chairman of the Board for Research
Shpigun V.I.[1], Senior Researcher
Bodraya M.Yu.[1], Master's Degree, Senior Researcher,
Volkova G.O.[1,2*], Scientific Secretary
Morgunov A.I.[2], Candidate of Agricultural Sciences
Savin T.V.[2], Candidate of Biological Sciences

[1]Karabalyk Agricultural Experimental Station, LLP, Nauchnoye Village, Kazakhstan
[2]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
[3]A.I. Barayev Scientific and Production Center for Grain Farming, LLP
Akmola Region, Shortandy District, Nauchnoye Village

Annotation. This article presents the results of research Karabalyk Agricultural Experimental Station on the use of synthetic wheat lines in the development of new crop varieties using simple paired crossings. Eighty hybrid combinations were obtained using synthetic lines developed at Kyoto University (Japan) by crossing the durum wheat variety Langdon (USA) with Aegilops forms from various ecogeographic groups provided by CIMMYT. Results from trials at various stages of the breeding process for 21 breeding lines are presented.

Genetic studies were conducted on 21 breeding lines, determining their Best Linear Unbiased Estimate (BLUE) and GENET (genomic estimated breeding value). Sources of resistance to leaf rust, falling number, and grain yield were identified.

The use of synthetic lines as sources of resistance to leaf rust, standing germination, and falling number parameters had a positive effect, with nine of the 21 tested lines demonstrating resistance to standing germination and high falling number. During the 2024 brown leaf rust epidemic, eight lines demonstrated high resistance to the pathogen.

According to research results, seven lines were considered highly resistant, with a disease incidence rate of 5-20%. For example, the LANGDON/IG48042//Line 832 line showed no signs of disease infection and also demonstrated high productivity of 35.7 c/ha versus 32.2 c/ha for the standard variety "Aina," with an HSR of 2.3 c/ha. Summarizing the study results, it should be noted that not all lines resistant to this disease had high grain productivity.

Keywords: Breeding, crossing, synthetic line, hybrid combination, resistance, genotyping.

IRSTI 68.37.07 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.362

SCREENING BARLEY GERMPLASM FOR RESISTANCE TO NET FORM NET BLOTCH CAUSED BY *PYRENOPHORA TERES* F. *TERES* IN KAZAKHSTAN

Maulenbay A.D.[1*], Master of Engineering Sciences
a.maulenbay@biosafety.kz, https://orcid.org/0000-0001-9535-2997
Savin T.V.[2], Candidate of Biological Sciences
savintimur_83@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-3550-647X
Tokhetova L.A.[3], Doctor of Agricultural Sciences, Professor
lauramarat_777@mail.ru, https://orcid.org/0000-0003-2053-6956
Abugalieva S.I.[4], Doctor of Biological Sciences, professor
absaule17@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-9748-507X
Turuspekov Y.K.[4], Candidate of Biological Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan under the President of the Republic of Kazakhstan
yerlant@yahoo.com, https://orcid.org/0000-0001-8590-1745

[1]*LLP "Research Institute for Biological Safety Problems", Guardeyski, Zhambyl region, Kazakhstan*
[2] *A.I. Barayev Research and Production Centre for Grain Farming, Shortandy, Akmola region, Kazakhstan*
[3]*Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda city, Kazakhstan*
[4]*Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Kazakhstan*

Annotation. Net form net blotch, caused by *Pyrenophora teres* f. *teres*, is a major constraint to barley production worldwide, including in Kazakhstan, where information on resistance sources remains limited. This study aimed to evaluate the resistance of 106 spring barley accessions from different breeding programs in Kazakhstan at both seedling and adult plant stages. Seedling resistance was assessed under greenhouse conditions using two predominant pathogen races (100 and 500), while field resistance was evaluated under artificial infection using disease severity and area under the disease progress curve (AUDPC). A greater virulence of race 500 compared to race 100 was observed, with fewer accessions showing resistance at the seedling stage. A strong positive correlation between disease severity and AUDPC (r = 0.885) was observed. Differences between seedling and adult plant responses suggest the involvement of both race-specific and quantitative resistance mechanisms. This study provides the first systematic evaluation of resistance to predominant *P. teres* f. *teres* races in Kazakh barley germplasm.

Keywords: barley, net form net blotch, disease resistance, germplasm screening, race-specific resistance, field evaluation.

Introduction. Barley (Hordeum vulgare) is one of the most important cereal crops worldwide, ranking fourth in global grain production and being cultivated in more than 100 countries [1,2]. It is widely used for feed, malting, brewing, and human consumption [3]. Global production reached 145.9 million tonnes, while in Kazakhstan barley production exceeded 3.3 million tonnes, showing a significant increase compared to previous years [4,5]. Despite its importance, barley productivity is strongly affected by fungal diseases, which can result in average yield losses of up to 19.6% [6].

Net blotch is one of the most widespread and economically important diseases of barley and can cause yield losses of up to 40% under favorable conditions [7]. The disease is caused by the ascomycete *Pyrenophora teres*, which exists in two forms, the net form (*P. teres f. teres, Ptt*) and the spot form (*P. teres f. maculata, Ptm*). These forms are morphologically similar but differ genetically and in symptom expression [8,9]. The predominance of P. teres f. teres in the dry steppe regions of Kazakhstan creates a unique epidemiological scenario, where disease incidence can reach up to 90% in northern areas [10]. Population studies have shown that the net form predominates in Kazakhstan and neighboring regions, with most isolates identified as P. teres f. teres [11].

The pathogen is characterized by high genetic variability, which contributes to the emergence of numerous races differing in virulence [12–15]. Large-scale studies have identified extensive diversity within *P. teres* populations across different geographic regions, including Europe, North America, and Asia [14,16–20]. This high genetic variability underscores the necessity of region-specific phenotypic screening of barley germplasm [18].

Resistance to net blotch in barley can be expressed at different growth stages and is generally classified into race-specific resistance and adult plant resistance. Race-specific resistance is often controlled by major genes and is typically expressed at the seedling stage, whereas adult plant resistance is usually quantitative and influenced by multiple genes and environmental factors [8,14,21,22]. Several studies have identified quantitative trait loci associated with resistance at both seedling and adult plant stages, including loci on chromosome 6H [23–26]. These findings highlight the complexity of resistance mechanisms and the importance of evaluating resistance under both controlled and field conditions. Breeding for resistance remains one of the most effective strategies for managing net blotch. However, the success of breeding programs depends on the identification of resistant germplasm and an understanding of pathogen variability in specific regions. Despite the importance of barley production in Kazakhstan, information on resistance of domestically bred barley germplasm to predominant P. teres f. teres races under combined greenhouse and field conditions remains limited.

We hypothesized that domestically bred barley accessions differ in their resistance responses to predominant P. teres f. teres races at different growth stages. Specifically, resistance was assessed at the seedling stage using two predominant pathogen races and at the adult plant stage under field conditions, in order to identify potential sources of resistance for breeding programs in Kazakhstan.

Materials and methods. The plant material comprised barley accessions of domestic origin. The seedling and adult-plant resistance was evaluated in 106 spring barley accessions provided by six different breeding stations in Kazakhstan, namely Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing (KRIAPG), Aktobe Agricultural Experimental Station (Aktobe AES), Karabalyk Agricultural Experimental Station (Karabalyk AES), Kazakh Research Institute of Rice Breeding named after I. Zhakhayev (KRIRB), North-West Research and Development Center (NWRDC), Institute of Plant Biology and Biotechnology (IPBB).

Race-specific resistance of barley accessions was evaluated at the seedling stage under greenhouse conditions at the Research Institute for Biological Safety Problems (RIBSP, Gvardeisky, Zhambyl region, Kazakhstan). Barley seeds were sown in 200 mL plastic pots (5–6 seeds per pot) containing a mixture of field, soil, sand and compost (2:1:1, v/v/v). The experiment was conducted with two biological replicates. Seedlings were grown to the two-leaf stage at 20/18 °C (day/night) under a 16 h photoperiod (180 μmol m^{-2} s^{-1}). Seedling resistance was assessed using a modified detached leaf assay based on a previously published protocol [27]. Leaf segments were placed in trays containing 0.004% benzimidazole solution. Two predominant races of *Pyrenophora teres f. teres* (race 100 and race 500) were used for inoculation. Conidia were collected by flooding fungal cultures with sterile distilled water and gently scraping the surface with a sterile loop. The spore concentration was adjusted to 5×10^3 conidia mL^{-1} using a Goryaev counting chamber (hemocytometer equivalent). Inoculation was performed by applying 0.2 mL of conidial suspension onto each leaf segment. Tween 20 (Sigma-Aldrich, USA) was added (1 drop per 100 mL) to reduce surface tension. Inoculated samples were incubated under the same environmental conditions as described above.

To asses seedling resistance comprehensively the spring barley collections were inoculated with two races of *Pyrenophora teres f. teres* (race 100 and race 500) [11]. Symptom development of net blotch on barley accessions was assessed at 7-9 days post-inoculation with Ptt. Reaction types were classified as resistant (R), moderately resistant (MR), moderately susceptible (MS), susceptible (S), and very susceptible (VS) based on infection response using a 10-point numerical scale [28]. The main criteria for classification as resistant or moderately resistant were the presence of necrotic tissue and size restriction. The occurrence of distinct chlorotic zones that can merge with each other was the criteria for moderately susceptible to susceptible assessment. According to the

scale, accessions demonstrating an infection type (IT) response of ≤ 5 were considered resistant, and >5 were considered susceptible.

Field evaluation of adult plant resistance to net form net blotch (NFNB) was conducted at RIBSP (Gvardeisky, Zhambyl region, Kazakhstan) during the 2021–2022 growing seasons. Cultivars and lines were planted in the experimental field in plots with an area of 0.4 m^2. Plots contained two rows which were spaced 20 cm apart and 100-200 cm in length, with 50-60 seeds were sown in each row. Arna (spring barley) was seeded between the experimental plots as a susceptible spreader cultivar for the accumulation and spread of infection in the nursery. The phenotypic information provided in this study represents the mean values from two replicates. The infected plant segments were used as inoculum to establish artificial disease pressure. Disease evaluation was carried out three times and conducted first at the early booting stage (41-45 on the Zadoks scale), then during ear emergence (51-59 on the Zadoks scale), and finally during flowering (65-69 on the Zadoks scale) [29]. The disease severity score was assessed according to the 1-100 % scale based on the percentage of the necrotic and chlorotic areas, where ≤ 10 resistant (R), 11-20% moderately resistant (MR), 21-30% moderately susceptible (MS), and 31-100 % - susceptible (S) [30,31]. Disease intensity over a period of time was assessed by calculating the area under the disease progress curve (AUDPC) using the following formula [32],

$$\boldsymbol{AUDPC} = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2}\right) \times (\boldsymbol{t_{i+1}} - \boldsymbol{t_i}), \quad (1)$$

where $\boldsymbol{y_i}$ is the disease severity percentage at time $\boldsymbol{t_i}$; $\boldsymbol{t_{i+1}} - \boldsymbol{t_i}$ is days between two disease percentage scores; n is the total number of observations

The correlation between the disease severity and the agronomic traits of the barley accessions was characterized by the 1000-grain weight (g) and grain yield per m2. Plant height (PH) was measured in centimeters from the ground to the tip of the spike of 10-15 plants per plot (GS 90-99). Days to heading (DH) were measured as the number of days from planting to the period when about 50% of the plants had fully emerged spikes in GS 49-50 [29].

The correlation analysis and PCA were performed using GraphPad Prism 9.0.0 (GraphPad Software, San Diego, CA, USA). Variables with $p<0.05$ were considered statistically significant.

Results and discussion. Evaluation of resistance to two predominant races of *Ptt* (race 100 and race 500) was assessed on 106 spring barley cultivars and lines from breeding stations in Kazakhstan (Table 1).

Table 1 – Seedling-stage infection response of barley lines and cultivars against net blotch races under greenhouse conditions

Origin of bred cultivars and lines	N	Race 100		Race 500		Both Races	
		R	S	R	S	R	S
KRIAPG	19	10	9	3	16	0	5
Aktobe AES	14	8	6	10	4	5	0
Karabalyk AES	43	33	10	17	26	14	7
KRIRB	28	19	9	8	20	7	8
NWRDC	1	1	0	0	1	1	0
IPBB + KRIAPG	1	1	0	0	1	1	0
Total	106	72	34	38	68	28	20

The choice of the *Ptt* races was based on the population analysis conducted in Kazakhstan, where the races 100 and 500 were among the most frequent in studied populations [11]. Seedling disease reaction was assessed in the greenhouse was performed using a Tekauz rating scale, based on lesion morphology and IT response [28]. Infection responses differed significantly between races Phenotypic data revealed significant differences between races (χ^2 test, $p < 0.0001$). The highest IT response was recorded for race 500 in 93/80-4, 3/95-13, 93/80-17 line and “Arna” cultivar.

Results of the seedling inoculation test showed that cultivars "Akzhol" (originated from IPBB and KRIAPG) and "Granal" (originated from NWRDC) exhibited moderately resistant-moderately susceptible (≤5) response to both *Ptt* races. Moreover, the same response was observed in five lines from Aktobe AES (154 (F6 4/80), 161 (10/80), 151 (10/83), 178 (44/87), 132 (4/85)), three cultivars (Rikotenze 2006; Tulpar; and Velikan) and eleven lines from Karabalyk AES, seven lines from KRIRB. Among the studied materials, seventy-two genotypes were resistant to race 100, while thirty-four were susceptible. Seedling resistance analysis to race 500 showed that thirty-eight genotypes were resistant and sixty-eight were susceptible. Twenty-eight genotypes showed resistance to both predominant races.

Disease severity for the same accessions, evaluated in the field conditions varied compared with seedling assessments in the greenhouse. The severity of the disease was assessed according to the 1-100 % scale, where ≤ 10 resistant (R), 11-20% moderately resistant (MR), 21-30% moderately susceptible (MS), and 31-100 % - susceptible (S). Mean disease severity values ranged from 0 to 40%. Of 106 studied barley samples (Table 2), the maximum % of disease severity was 40, where 47 lines and cultivars showed resistance (R, 0-10%), 45 were moderately resistant (MR, 11-20 %), 11 demonstrated moderately susceptible (MS, 30%), and 2 showed susceptible symptoms (S, 40%).

Table 2 – Classification of barley accessions according to their field reaction to net blotch

Origin	Immune	Resistant	Moderately resistant	Moderately susceptible	Susceptible
1	**2**	**3**	**3**	**5**	**6**
KRIRB	Inkar, Kaisar, 9/06-29K, 9/06-14K, 18/06-8K, 10/06-2K, 10/06-9K, 10/06-13K.	9/06-54K, 2/07-4K	Syr Aruy, Shakhristan, 28/98-3K, 9/06-74K, 13/06-132K, 13/06-177K, 13/06-167K, 13/06-171K, 13/06-153K, 13/06-67K, 13/06-165K, 6/06-8K.	13/06-175K, 13/06-131K, 13/06-124K, 13/06-166K, 10/06-14K.	15/06-5K
Karabalyk AES	Druzhnyi, 33-46-77, 43-12-13, 44-14-13, 47-47-13, 18-50-14, Azov x Orenburgskyi 17	Karabalykskii 115, 28-41-68, 93-306-12, 40-1-13, 16-46-14, Granal inerme x 17-24-79 nutans, Karabalykskii 5 nutans x Azov, Robust//Gloria-Bar/CopalCMB88 A.396-21M-1Y-1M-OY pallid x 43-99-56 nutans, 29220 Gusar medicum x Rannii nutans, 30821 Annabel nutans x Pastbishnyi hypiantchum, Raushan nutans x 30821 Annabel nutans, Ubagan.	Karabalykskii 110, Tulpar, Velikan, 16-29-6, 18-31-14, 22-35-27, 79-245-97, 52-149-12, 64-171-12, 66-175-12, 41-10-13, 42-11-13, 9-27-14, 17-48-14, 23-63-14, Azov x Orenburgskii 17, MSI d.6 x Karabalykskii 5 nutans, 30821 Annabel nutans x Pastbishnyi hypiantchum, 15 d. erectum x Ubagan medicum, Raushan nutans x 30821 Annabel nutans.	Rikotenze 2006, 25906 Camila nutans x Arna nutans	None

1	2	3	4	5	6
Aktobe AES	178 (44/87), 114 (31/83)	195 (49/86), 173 (182/83),151 (10/ 83), 178 (F3 137/ 80), 123 (4/84), 132 (4/85)	196 (126/83), 194 (171/83), 163 (80/87), 154 (F6 4/80), 207 (156/80)	None	161 (10/80)
KRIAPG	None	93/80-4, 93/80-17, Sever-1, 3/95-13, 3/95-14, 3/95-12	93/80-14, 11/80-1, 3/95-14, 3/95-17, 3/95-19, 93/80-17, 5/98-20, 6/98-21	3/95-13, 93/80-14, 59/87-30, 3/95-12	
IPBB + KRIAPG	Akzhol	None	None	None	None
NWRDC	None	None	Granal	None	None

To facilitate the interpretation of field resistance, disease severity scores were grouped into four resistance categories according to the corresponding AUDPC ranges (Table 3).

Table 3 – Overall ranges of disease severity scores with the AUDPC values among all the studied barley accessions in the field

Reaction type	Disease Score (%)	AUDPC
Resistant	≤ 10	0-175
Moderately Resistance	11-20	175-280
Moderately Susceptible	21-30	210-385
Susceptible	31-100	420-490

The classification demonstrated a clear relationship between disease severity and AUDPC values. Resistant accessions (≤10% disease severity) were characterized by AUDPC values ranging from 0 to 175, whereas moderately resistant and moderately susceptible accessions exhibited intermediate AUDPC values of 175–280 and 210–385, respectively. Susceptible accessions (31–100% disease severity) showed the highest disease development, with AUDPC values ranging from 420 to 490. These thresholds were subsequently used to classify all evaluated barley accessions according to their field resistance. Pearson's correlation coefficient between AUDPC and disease severity score was posi-tively correlated (r = 0.885). The principal component analysis (PCA) was performed with the aim of understanding how disease severity, AUDPC, plant height, flag leaf area, and 1000-grain weight impact net blotch and incorporating these parameters as variables. As can be seen in Figure 1, both PC axes accounted for 69.91 % of the varia-tion with PC1 and PC2 contributing to 38.85% and 31.06 % of variances respectively.

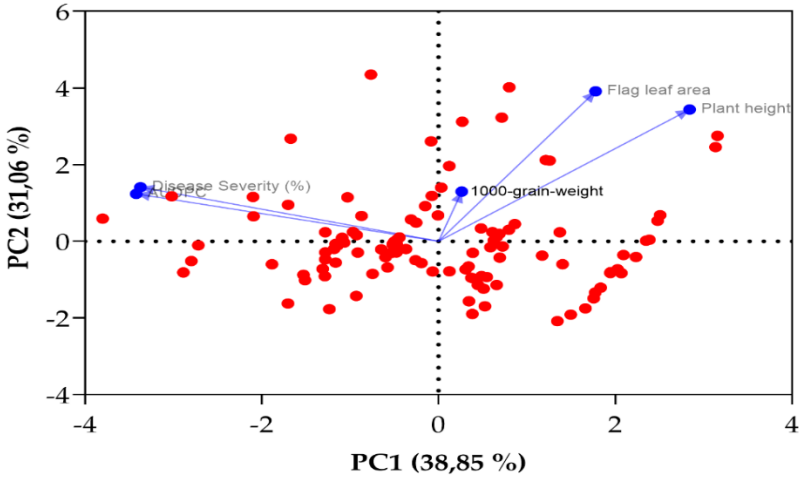


Figure 1 – Principal component analysis biplot depicting the contribution of several factors, including disease severity, AUDPC, plant height, flag leaf area, and 1000-grain-weight scores of barley cultivars and lines

Net blotch, caused by *Pyrenophora teres*, is one of the most economically important foliar diseases of barley and can result in substantial yield losses under favorable conditions [33]. The high genetic and pathogenic variability of *P. teres* populations complicates the development of durable resistance in barley cultivars [34,35]. In this context, the present study evaluated 106 barley accessions originating from Kazakhstan for resistance at both seedling and adult plant stages using two predominant pathogen races (100 and 500) previously identified in the region [11].

In the present study, only 35.8% of the accessions exhibited resistance to race 500 at the seedling stage, compared to 67.9% for race 100, indicating a markedly higher virulence of race 500 under controlled conditions. This finding is consistent with previous reports indicating differences in virulence spectra among *P. teres* populations [16]. The observed variability in infection types across accessions further supports the high genetic diversity of the pathogen, as reported in earlier studies [14,36–38].

Moreover, regional differences in pathogen populations, including those reported in Kazakhstan and neighboring regions, may contribute to the differential responses observed in this study [36,39]. A notable variation in resistance was also observed among accessions from different breeding institutions. Accessions originating from KRIAPG exhibited higher susceptibility, whereas those from Karabalyk AES showed comparatively higher resistance at the seedling stage. The higher frequency of resistant accessions from Karabalyk AES may reflect long-term selection under higher disease pressure in northern Kazakhstan, highlighting the importance of local adaptation in resistance breeding. A comparison between greenhouse and field evaluations revealed discrepancies in resistance expression across growth stages. In general, disease severity was lower under field conditions than in controlled greenhouse assays. This pattern has been reported previously and may be attributed to differences in environmental conditions, inoculum pressure, and host–pathogen interactions [22,40]. While greenhouse assays allow for controlled and reproducible evaluation of race-specific resistance, field conditions provide a more complex environment where quantitative resistance mechanisms may be expressed. This discrepancy was evident in several accessions that were susceptible at the seedling stage but showed low disease severity (≤10%) and reduced AUDPC values under field conditions (Table S1), supporting the presence of adult plant resistance. Adult plant resistance (APR) is often quantitative and influenced by environmental factors such as temperature, humidity, and pathogen pressure [40,41]. Additionally, plants in field conditions are exposed to multiple biotic and abiotic factors, which may influence disease development and resistance expression [42].

The interaction between *P. teres* and barley is also influenced by the production of phytotoxins, which play a role in disease development and host susceptibility [43,44]. Previous studies have demonstrated that toxin production may contribute to differences in resistance responses, with resistant cultivars showing reduced sensitivity to pathogen-derived toxins [44–47]. Although toxin-mediated interactions were not evaluated in this study, the observed phenotypic responses suggest that additional mechanisms beyond toxin sensitivity may contribute to resistance [48].

Genetic studies have identified multiple quantitative trait loci (QTLs) associated with resistance to net blotch at both seedling and adult plant stages [22,24,25,33,49,50]. Notably, QTLs located on chromosome 6H have been shown to contribute to resistance at both growth stages [24,25]. Genome-wide association studies have further identified numerous loci associated with resistance, including those with stage-specific and shared effects [49]. The resistance observed in accessions showing consistent performance across growth stages may be associated with previously reported QTLs on chromosome 6H, although this hypothesis requires molecular validation, which may explain the variation observed between seedling and adult plant responses in this study [51].

It is important to acknowledge that the present study was confined to phenotypic evaluation and did not incorporate molecular or genomic analyses. Consequently, the genetic basis underlying the observed resistance in the studied barley accessions remains unresolved. Elucidating these mechanisms will require the integration of advanced approaches, including marker-assisted

selection and genome-wide analyses. Such strategies would enable the identification of resistance-associated loci and provide a deeper understanding of host–pathogen interactions, thereby accelerating the development of resistant cultivars.

To the best of our knowledge, this study represents the first comprehensive assessment of domestic introduced barley accessions in Kazakhstan, evaluating both seedling and adult plant resistance to the net form of net blotch caused by specific races of *Pyrenophora teres f. teres*. Unlike previous studies conducted in Kazakhstan, this work simultaneously evaluated resistance at seedling and adult plant stages using predominant pathogen races, providing an integrated phenotypic framework for resistance screening. The findings provide valuable insights into the resistance profiles of these accessions and highlight their potential as novel sources of resistance.

These genetic resources might be considered as potential candidates for incorporation into national breeding programs focused on improving disease resistance and barley productivity under local agroecological conditions.

Conclusion. This study has examined the seedling and adult plant resistance of barley acces-sions against the net form of net blotch. Field and greenhouse evaluation were per-formed on new 106 barley accessions originating from six breeding stations in Ka-zakhstan. The phenotypic analysis demonstrated high diversity and revealed various infection-type responses of the barley accessions from resistant to susceptible both in the field and in the greenhouse. In the current study, out of the 106 accessions, 72 were resistant to race 100, 38 to race 500, and 28 to both races in the seedling growth stages. Numerous cultivars, namely Akzhol (IPBB and KRIAPG), Granal (NWRDC), Rikotenze 2006, Tulpar, Velikan (Karabalyk AES) and lines originating from these stations in-cluding those from Aktobe AES displayed the resistance to both Ptt races (<5). Field studies showed that 47 lines and cultivars were resistant (R, 0–10%), 45 - moderate re-sistance (MR, 20%), 11 - moderate susceptibility (MS, 30%), and 2 - susceptible symp-toms (S, 40%).

This study represents the first integrated phenotypic assessment of seedling and adult plant resistance to predominant *Pyrenophora teres* f. *teres* races in Kazakh barley germplasm. Future studies integrating molecular and genomic approaches will be es-sential to elucidate the genetic basis of the observed resistance and accelerate mark-er-assisted selection.

Funding. This research has been funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan, project IRN BR24992903 «Practical implementation of modern molecular genetic, physiological, biochemical, biotechnological methods and digital phenotyping in breeding of economically important agricultural crops» (for 2024-2026) and Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan, project IRN BR24892821 “Breeding, seed production of grain crops to increase the potential of productivity, quality, stress resistance in various soil-climatic zones of Kazakhstan” (for 2024-2026).

References:

[1] FAOSTAT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.fao.org/faostat/en/#home. (Дата обращения: 19.11.2025.)

[2] **Giraldo, P.,** Benavente E., Manzano-Agugliaro F., Gimenez E. Worldwide research trends on wheat and barley: a bibliometric comparative analysis // Agronomy, 2019. – Vol. 9. – Article 352. https://doi.org/10.3390/agronomy9070352.

[3] **O'Boyle, P.D.,** Brooks W.S., Barnett A.H. Genetic characterization of barley net blotch resistance genes // Plant Disease, 2011. – Vol. 95. – № 1. – P. 19–23. https://doi.org/10.1094/PDIS-02-10-0096.

[4] **Çağlar, Ö.,** Bulut S., Öztürk A. Determination of yield parameters of barley (*Hordeum vulgare* L.) inoculated with phosphorus-solubilizing and nitrogen-fixing bacteria // Polish Journal of Environmental Studies, 2024. – Vol. 33. – № 2. – P. 1033–1042. https://doi.org/10.15244/pjoes/172036.

[5] Kazakhstan's wheat, barley production improves in 2022–23 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.world-grain.com/articles/18199-kazakhstans-wheat-barley-production-improves-in-2022-23.(Дата обращения: 19.11.2025).

[6] **Murray, G.M.,** Brennan J.P. Estimating disease losses to the Australian barley industry // Australasian Plant Pathology, 2010. – Vol. 39. – № 1. – P. 85–96. https://doi.org/10.1071/AP09064.

[7] **Jayasena, K.W.,** Van Burgel A., Tanaka K., Majewski J., Loughman R. Yield reduction in barley in relation to spot-type net blotch // Australasian Plant Pathology, 2007. – Vol. 36. – № 5. – P. 429–433. https://doi.org/10.1071/AP07046.

[8] **Liu, Z.,** Ellwood S.R., Oliver R.P., Friesen T.L. *Pyrenophora teres*: profile of an increasingly damaging barley pathogen // Molecular Plant Pathology, 2011. – Vol. 12. – № 1. – P. 1–19. https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2010.00649.x.

[9] **Tini, F.,** Covarelli L., Ricci G., Balducci E., Orfei M., Beccari G. Management of *Pyrenophora teres* f. *teres*, the causal agent of net form net blotch of barley, in a two-year field experiment in Central Italy // Pathogens, 2022. – Vol. 11. – Article 291. https://doi.org/10.3390/pathogens11030291.

[10] **Рсалиев, А.С.,** Чудинов В.А., Амирханова Н.Т. Устойчивость селекционных материалов ячменя Карабалыкской сельскохозяйственной опытной станции к сетчатой пятнистости и мучнистой росе // Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан. – 2016. – № 4 (308). – С. 79–87.

[11] **Рсалиев, А.С.,** Амирханова Н.Т., Пахратдинова Ж.У. Внутривидовая дифференциация популяций *Pyrenophora teres* в Казахстане и Омской области России // Микология и фитопатология, 2018. – Т. 52. – № 1. – С. 55–65.

[12] **Arabi, M.I.E.,** Al-Safadi B., Charbaji T. Pathogenic variation among isolates of *Pyrenophora teres*, the causal agent of barley net blotch // Journal of Phytopathology, 2003. – Vol. 151. – № 7–8. – P. 376–382. https://doi.org/10.1046/j.1439-0434.2003.00734.x.

[13] **Cromey, M.G.,** Parkes R.A. Pathogenic variation in *Drechslera teres* in New Zealand // New Zealand Plant Protection, 2003. – Vol. 56. – P. 251–256. https://doi.org/10.30843/nzpp.2003.56.6020.

[14] **Steffenson, B.J.,** Webster R.K. Pathotype diversity of *Pyrenophora teres* f. *teres* on barley // Phytopathology, 1992. – Vol. 82. – № 2. – P. 170–177.

[15] **Wu, H.-L.,** Steffenson B.J., Li Y., Oleson A.E., Zhong S. Genetic variation for virulence and RFLP markers in *Pyrenophora teres* // Canadian Journal of Plant Pathology, 2003. – Vol. 25. – № 1. – P. 82–90. https://doi.org/10.1080/07060660309507052.

[16] **Анисимова, А.В.,** Новикова Л.Ю., Новакази Ф., Копанке Д., Зубкович А.А., Афанасенко О.С. Полиморфизм по признаку вирулентности и особенности микроэволюции в популяциях возбудителя сетчатой пятнистости ячменя *Pyrenophora teres* f. *teres* // Микология и фитопатология, 2017. – Т. 51. – № 4. – С. 229–240.

[17] **Lehmensiek, A.,** Bester-van der Merwe A.E., Sutherland M.W., Platz G., Kriel W.M., Potgieter G.F., Prins R. Population structure of South African and Australian *Pyrenophora teres* isolates // Plant Pathology, 2010. – Vol. 59. – № 3. – P. 504–515. https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2009.02231.x

[18] **Peever, T.L.,** Milgroom M.G. Genetic structure of *Pyrenophora teres* populations determined with random amplified polymorphic DNA markers // Canadian Journal of Botany, 1994. – Vol. 72. – № 7. – P. 915–923. https://doi.org/10.1139/b94-116.

[19] **Rau, D.,** Brown A.H.D., Brubaker C.L., Attene G., Balmas V., Saba E., Papa R. Population genetic structure of *Pyrenophora teres* Drechs., the causal agent of net blotch, in Sardinian landraces of barley (*Hordeum vulgare* L.) // Theoretical and Applied Genetics, 2003. – Vol. 106. – № 5. – P. 947–959. https://doi.org/10.1007/s00122-002-1173-0.

[20] **Volkova, G.,** Yakhnik Y. *Pyrenophora teres*: population structure, virulence and aggressiveness in Southern Russia // Saudi Journal of Biological Sciences, 2022. – Vol. 29. – № 10. – Article 103401. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.103401.

[21] **Gyawali, S.,** Chao S., Vaish S.S. et al. Seedling- and adult-plant-stage resistance of a world collection of barley genotypes to stripe rust // Journal of Phytopathology, 2018. – Vol. 166. – № 1. – P. 18–27. https://doi.org/10.1111/jph.12630.

[22] **Steffenson, B.J.,** Hayes P.M., Kleinhofs A. Genetics of seedling and adult-plant resistance to net blotch (*Pyrenophora teres* f. *teres*) and spot blotch (*Cochliobolus sativus*) in barley // Theoretical and Applied Genetics, 1996. – Vol. 92. – № 5. – P. 552–558. https://doi.org/10.1007/BF00224556.

[23] **Abu Qamar, M.,** Liu Z.H., Faris J.D. et al. A region of barley chromosome 6H harbors multiple major genes associated with net-type net blotch resistance // Theoretical and Applied Genetics, 2008. – Vol. 117. – № 8. – P. 1261–1270. https://doi.org/10.1007/s00122-008-0852-2.

[24] **Cakir, M.,** Gupta S., Platz G.J. et al. Mapping and validation of the genes for resistance to *Pyrenophora teres* f. *teres* in barley (*Hordeum vulgare* L.) // Australian Journal of Agricultural Research, 2003. – Vol. 54. – № 12. – P. 1369–1377. https://doi.org/10.1071/AR02226.

[25] **Grewal, T.S.,** Rossnagel B.G., Pozniak C.J., Scoles G.J. Mapping quantitative trait loci associated with barley net blotch resistance // Theoretical and Applied Genetics, 2008. – Vol. 116. – № 4. – P. 529–539. https://doi.org/10.1007/s00122-007-0681-1.

[26] **Ho, K.M.,** Tekauz A., Choo T.M., Martin R.A. Genetic studies on net blotch resistance in a barley cross // Canadian Journal of Plant Science, 1996. – Vol. 76. – № 4. – P. 715–719. https://doi.org/10.4141/cjps96-122.

[27] **Afanasenko, O.S.,** Jalli M., Pinnschmidt H.O. et al. Development of an international standard set of barley differential genotypes for *Pyrenophora teres* f. *teres* // Plant Pathology, 2009. – Vol. 58. – № 4. – P. 665–676https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2008.02014.x.

[28] **Tekauz, A.** A numerical scale to classify reactions of barley to *Pyrenophora teres* // Canadian Journal of Plant Pathology. – 1985. – Vol. 7. – № 2. – P. 181–183. – DOI: https://doi.org/10.1080/07060668509501673.

[29] **Zadoks, J.C.,** Chang T.T., Konzak C.F. A decimal code for the growth stages of cereals // Weed Research, 1974. – Vol. 14. – № 6. – P. 415–421. https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x.

[30] **Kokhmetova, A.,** Sehgal D., Ali S. et al. Genome-wide association study of tan spot resistance in a hexaploid wheat collection from Kazakhstan // Frontiers in Genetics, 2021. – Vol. 11. – Article 581214. https://doi.org/10.3389/fgene.2020.581214.

[31] **Eyal, Z.,** Scharen A.L., Prescott J.M., van Ginkel M. *The Septoria diseases of wheat: concepts and methods of disease management*. – Mexico, D.F.: International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), 1987. – 46 p.

[32] **Simko, I.,** Piepho H.-P. The area under the disease progress stairs: calculation, advantage, and application // Phytopathology, 2012. – Vol. 102. – № 4. – P. 381–389. https://doi.org/10.1094/PHYTO-07-11-0216.

[33] **Ma, Z.,** Lapitan N.L.V., Steffenson B.J. QTL mapping of net blotch resistance genes in a doubled-haploid population of six-rowed barley // Euphytica, 2004. – Vol. 137. – № 3. – P. 291–296. https://doi.org/10.1023/B:EUPH.0000040474.95653.58.

[34] Compendium of barley diseases / ed. by D.E. Mathre. – 2nd ed. – St. Paul, Minnesota: APS Press, 1997. – 90 p.

[35] **Shipton, W.A.,** Khan T.N., Boyd W.J.R. Net blotch of barley // Review of Plant Pathology, 1973. – Vol. 52. – P. 269–290.

[36] **Çelik Oğuz, A.,** Karakaya A. Pathotypes of *Pyrenophora teres* on barley in Turkey // Phytopathologia Mediterranea, 2017. – Vol. 56. – № 2. – P. 224–234. https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-20267.

[37**] Liu, Z.H.,** Zhong S., Stasko A.K., Edwards M.C., Friesen T.L. Virulence profile and genetic structure of a North Dakota population of *Pyrenophora teres* f. *teres*, the causal agent of net form net blotch of barley // Phytopathology, 2012. – Vol. 102. – № 5. – P. 539–546. https://doi.org/10.1094/PHYTO-09-11-0243.

[38] **Tekauz, A.** Characterization and distribution of pathogenic variation in *Pyrenophora teres* f. *teres* and *P. teres* f. *maculata* from western Canada // Canadian Journal of Plant Pathology, 1990. – Vol. 12. – № 2. – P. 141–148. https://doi.org/10.1080/07060669009501033.

[39] **Serenius, M.,** Mironenko N., Manninen O. Genetic differentiation in *Pyrenophora teres* populations measured with AFLP markers // Mycological Research, 2007. – Vol. 111. – № 2. – P. 213–223. https://doi.org/10.1016/j.mycres.2006.11.008.

[40] **Rothwell, C.T.,** Singh D., van Ogtrop F., Sørensen C.K., Fowler R., Germán S., Park R.F., Dracatos P.M. Rapid phenotyping of adult-plant resistance in barley (*Hordeum vulgare*) to leaf rust under controlled conditions // Plant Breeding, 2019. – Vol. 138. – № 1. – P. 51–61. https://doi.org/10.1111/pbr.12660.

[41] **Riaz, A.,** Periyannan S., Aitken E., Hickey L. A rapid phenotyping method for adult-plant resistance to leaf rust in wheat // Plant Methods, 2016. – Vol. 12. – Article 17. https://doi.org/10.1186/s13007-016-0116-7.

[42] **Velásquez, A.C.,** Castroverde C.D.M., He S.Y. Plant–pathogen warfare under changing climate conditions // Current Biology, 2018. – Vol. 28. – № 10. – P. R619–R634. https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.03.054.

[43] **Backes, A.,** Guerriero G., Ait Barka E., Jacquard C. *Pyrenophora teres*: taxonomy, morphology, interaction with barley, and mode of control // Frontiers in Plant Science, 2021. – Vol. 12. – Article 614951. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.614951.

[44] **Smedegaard-Petersen, V.** Isolation of two toxins produced by *Pyrenophora teres* and their significance in disease development of net-spot blotch of barley // Physiological Plant Pathology, 1977. – Vol. 10. – № 3. – P. 203–211. https://doi.org/10.1016/0048-4059(77)90027-5.

[45] **Mandahar, C.L.,** Garg I.D. Effect of net blotch infection on the physiology of barley:

respiration // Indian Journal of Mycology and Plant Pathology, 1980. – Vol. 10. – P. 12–16.

[46] **Sharma, H.S.S.** Assessment of the reaction of some spring barley cultivars to *Pyrenophora teres* using whole plants, detached leaves and toxin bioassay // Plant Pathology, 1984. – Vol. 33. – № 3. – P. 371–376. https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1984.tb01332.x.

[47] **Weiergang, I.,** Jørgensen H.J.L., Møller I.M., Friis P., Smedegaard-Petersen V. Correlation between sensitivity of barley to *Pyrenophora teres* toxins and susceptibility to the fungus // Physiological and Molecular Plant Pathology, 2002. – Vol. 60. – № 3. – P. 121–129. https://doi.org/10.1006/pmpp.2002.0384.

[48] **Sarpeleh, A.,** Wallwork H., Tate M.E., Catcheside D.E.A., Able A.J. Initial characterisation of phytotoxic proteins isolated from *Pyrenophora teres* // Physiological and Molecular Plant Pathology, 2008. – Vol. 72. – № 1–3. – P. 73–79. https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2008.05.003.

[49] **Amezrou, R.,** Verma R.P.S., Chao S., Brueggeman R.S., Belqadi L., Arbaoui M., Rehman S., Gyawali S. Genome-wide association studies of net form of net blotch resistance at seedling and adult plant stages in spring barley collection // Molecular Breeding, 2018. – Vol. 38. – Article 58. https://doi.org/10.1007/s11032-018-0813-2.

[50] **Richter, K.,** Schondelmaier J., Jung C. Mapping of quantitative trait loci affecting *Drechslera teres* resistance in barley with molecular markers // Theoretical and Applied Genetics, 1998. – Vol. 97. – № 8. – P. 1225–1234. https://doi.org/10.1007/s001220051014.

[51] **Douiyssi, A.,** Rasmusson D.C., Roelfs A.P. Responses of barley cultivars and lines to isolates of *Pyrenophora teres* // Plant Disease, 1998. – Vol. 82. – № 3. – P. 316–321. https://doi.org/10.1094/PDIS.1998.82.3.316

References:

[1] FAOSTAT [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: https://www.fao.org/faostat/en/#home. (Data obrashhenija: 19.11.2025.)

[2] **Giraldo, P.,** Benavente E., Manzano-Agugliaro F., Gimenez E. Worldwide research trends on wheat and barley: a bibliometric comparative analysis // Agronomy, 2019. – Vol. 9. – Article 352. https://doi.org/10.3390/agronomy9070352

[3] **O'Boyle, P.D.,** Brooks W.S., Barnett A.H. Genetic characterization of barley net blotch resistance genes // Plant Disease, 2011. – Vol. 95. – № 1. – P. 19–23. https://doi.org/10.1094/PDIS-02-10-0096

[4] **Çağlar, Ö.,** Bulut S., Öztürk A. Determination of yield parameters of barley (Hordeum vulgare L.) inoculated with phosphorus-solubilizing and nitrogen-fixing bacteria // Polish Journal of Environmental Studies, 2024. – Vol. 33. – № 2. – P. 1033–1042. https://doi.org/10.15244/pjoes/172036

[5] Kazakhstan's wheat, barley production improves in 2022–23 [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: https://www.world-grain.com/articles/18199-kazakhstans-wheat-barley-production-improves-in-2022-23.(Data obrashhenija: 19.11.2025).

[6] **Murray, G.M.,** Brennan J.P. Estimating disease losses to the Australian barley industry // Australasian Plant Pathology, 2010. – Vol. 39. – № 1. – P. 85–96. https://doi.org/10.1071/AP09064.

[7] **Jayasena, K.W.,** Van Burgel A., Tanaka K., Majewski J., Loughman R. Yield reduction in barley in relation to spot-type net blotch // Australasian Plant Pathology, 2007. – Vol. 36. – № 5. – P. 429–433. https://doi.org/10.1071/AP07046

[8] **Liu, Z.,** Ellwood S.R., Oliver R.P., Friesen T.L. Pyrenophora teres: profile of an increasingly damaging barley pathogen // Molecular Plant Pathology, 2011. – Vol. 12. – № 1. – P. 1–19. https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2010.00649.x

[9] **Tini, F.,** Covarelli L., Ricci G., Balducci E., Orfei M., Beccari G. Management of Pyrenophora teres f. teres, the causal agent of net form net blotch of barley, in a two-year field experiment in Central Italy // Pathogens, 2022. – Vol. 11. – Article 291. https://doi.org/10.3390/pathogens11030291

[10] **Rsaliev, A.S.,** Chudinov V.A., Amirhanova N.T. Ustojchivost' selekcionnyh materialov jachmenja Karabalykskoj sel'skohozjajstvennoj opytnoj stancii k setchatoj pjatnistosti i muchnistoj rose // Doklady Nacional'noj akademii nauk Respubliki Kazahstan6 2016. – № 4 (308). – S. 79–87. [in Russian]

[11] **Rsaliev, A.S.,** Amirhanova N.T., Pahratdinova Zh.U. Vnutrividovaja differenciacija populjacij Pyrenophora teres v Kazahstane i Omskoj oblasti Rossii // Mikologija i fitopatologija, 2018. – T. 52. – № 1. – S. 55–65. [in Russian]

[12] **Arabi, M.I.E.,** Al-Safadi B., Charbaji T. Pathogenic variation among isolates of Pyrenophora teres, the causal agent of barley net blotch // Journal of Phytopathology, 2003. – Vol. 151. – № 7–8. – P.

376–382. https://doi.org/10.1046/j.1439-0434.2003.00734.x

[13] **Cromey, M.G.,** Parkes R.A. Pathogenic variation in Drechslera teres in New Zealand // New Zealand Plant Protection, 2003. – Vol. 56. – P. 251–256. https://doi.org/10.30843/nzpp.2003.56.6020

[14] **Steffenson, B.J.,** Webster R.K. Pathotype diversity of Pyrenophora teres f. teres on barley // Phytopathology, 1992. – Vol. 82. – № 2. – P. 170–177.

[15] **Wu, H.-L.,** Steffenson B.J., Li Y., Oleson A.E., Zhong S. Genetic variation for virulence and RFLP markers in Pyrenophora teres // Canadian Journal of Plant Pathology, 2003. – Vol. 25. – № 1. – P. 82–90. https://doi.org/10.1080/07060660309507052

[16] **Anisimova, A.V.,** Novikova L.Ju., Novakazi F., Kopanke D., Zubkovich A.A., Afanasenko O.S. Polimorfizm po priznaku virulentnosti i osobennosti mikrojevoljucii v populjacijah vozbuditelja setchatoj pjatnistosti jachmenja Pyrenophora teres f. teres // Mikologija i fitopatologija, 2017. – T. 51. – № 4. – S. 229–240. [in Russian]

[17] **Lehmensiek, A.,** Bester-van der Merwe A.E., Sutherland M.W., Platz G., Kriel W.M., Potgieter G.F., Prins R. Population structure of South African and Australian Pyrenophora teres isolates // Plant Pathology, 2010. – Vol. 59. – № 3. – P. 504–515. https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2009.02231.x

[18] **Peever, T.L.,** Milgroom M.G. Genetic structure of Pyrenophora teres populations determined with random amplified polymorphic DNA markers // Canadian Journal of Botany, 1994. – Vol. 72. – № 7. – P. 915–923. https://doi.org/10.1139/b94-116

[19] **Rau, D.,** Brown A.H.D., Brubaker C.L., Attene G., Balmas V., Saba E., Papa R. Population genetic structure of Pyrenophora teres Drechs., the causal agent of net blotch, in Sardinian landraces of barley (Hordeum vulgare L.) // Theoretical and Applied Genetics, 2003. – Vol. 106. – № 5. – P. 947–959. https://doi.org/10.1007/s00122-002-1173-0

[20] **Volkova, G.,** Yakhnik Y. Pyrenophora teres: population structure, virulence and aggressiveness in Southern Russia // Saudi Journal of Biological Sciences, 2022. – Vol. 29. – № 10. – Article 103401. https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.103401

[21] **Gyawali, S.,** Chao S., Vaish S.S. et al. Seedling- and adult-plant-stage resistance of a world collection of barley genotypes to stripe rust // Journal of Phytopathology, 2018. – Vol. 166. – № 1. – P. 18–27. https://doi.org/10.1111/jph.12630.

[22] **Steffenson, B.J.,** Hayes P.M., Kleinhofs A. Genetics of seedling and adult-plant resistance to net blotch (Pyrenophora teres f. teres) and spot blotch (Cochliobolus sativus) in barley // Theoretical and Applied Genetics, 1996. – Vol. 92. – № 5. – P. 552–558. https://doi.org/10.1007/BF00224556

[23] **Abu Qamar,** M., Liu Z.H., Faris J.D. et al. A region of barley chromosome 6H harbors multiple major genes associated with net-type net blotch resistance // Theoretical and Applied Genetics, 2008. – Vol. 117. – № 8. – P. 1261–1270. https://doi.org/10.1007/s00122-008-0852-2.

[24] **Cakir, M.,** Gupta S., Platz G.J. et al. Mapping and validation of the genes for resistance to Pyrenophora teres f. teres in barley (Hordeum vulgare L.) // Australian Journal of Agricultural Research, 2003. – Vol. 54. – № 12. – P. 1369–1377. https://doi.org/10.1071/AR02226

[25] **Grewal, T.S.,** Rossnagel B.G., Pozniak C.J., Scoles G.J. Mapping quantitative trait loci associated with barley net blotch resistance // Theoretical and Applied Genetics, 2008. – Vol. 116. – № 4. – P. 529–539. https://doi.org/10.1007/s00122-007-0681-1

[26] **Ho, K.M.,** Tekauz A., Choo T.M., Martin R.A. Genetic studies on net blotch resistance in a barley cross // Canadian Journal of Plant Science, 1996. – Vol. 76. – № 4. – P. 715–719. https://doi.org/10.4141/cjps96-122

[27] **Afanasenko, O.S.,** Jalli M., Pinnschmidt H.O. et al. Development of an international standard set of barley differential genotypes for Pyrenophora teres f. teres // Plant Pathology, 2009. – Vol. 58. – № 4. – P. 665–676 https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2008.02014.x

[28] **Tekauz, A. A** numerical scale to classify reactions of barley to Pyrenophora teres // Canadian Journal of Plant Pathology. – 1985. – Vol. 7. – № 2. – P. 181–183. – DOI: https://doi.org/10.1080/07060668509501673

[29] **Zadoks, J.C.,** Chang T.T., Konzak C.F. A decimal code for the growth stages of cereals // Weed Research, 1974. – Vol. 14. – № 6. – P. 415–421. https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x

[30] **Kokhmetova, A.,** Sehgal D., Ali S. et al. Genome-wide association study of tan spot resistance in a hexaploid wheat collection from Kazakhstan // Frontiers in Genetics, 2021. – Vol. 11. – Article 581214. https://doi.org/10.3389/fgene.2020.581214

[31] **Eyal, Z.,** Scharen A.L., Prescott J.M., van Ginkel M. The Septoria diseases of wheat: concepts and methods of disease management. – Mexico, D.F.: International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), 1987. – 46 p.

[32] **Simko, I.,** Piepho H.-P. The area under the disease progress stairs: calculation, advantage, and application // Phytopathology, 2012. – Vol. 102. – № 4. – P. 381–389. https://doi.org/10.1094/PHYTO-07-11-0216

[33] **Ma, Z.,** Lapitan N.L.V., Steffenson B.J. QTL mapping of net blotch resistance genes in a doubled-haploid population of six-rowed barley // Euphytica, 2004. – Vol. 137. – № 3. – P. 291–296. https://doi.org/10.1023/B:EUPH.0000040474.95653.58.

[34] Compendium of barley diseases / ed. by D.E. Mathre. – 2nd ed. – St. Paul, Minnesota: APS Press, 1997. – 90 p.

[35] **Shipton, W.A.,** Khan T.N., Boyd W.J.R. Net blotch of barley // Review of Plant Pathology, 1973. – Vol. 52. – P. 269–290.

[36] **Çelik Oğuz,** A., Karakaya A. Pathotypes of Pyrenophora teres on barley in Turkey // Phytopathologia Mediterranea, 2017. – Vol. 56. – № 2. – P. 224–234. https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-20267.

[37] **Liu, Z.H.,** Zhong S., Stasko A.K., Edwards M.C., Friesen T.L. Virulence profile and genetic structure of a North Dakota population of Pyrenophora teres f. teres, the causal agent of net form net blotch of barley // Phytopathology, 2012. – Vol. 102. – № 5. – P. 539–546. https://doi.org/10.1094/PHYTO-09-11-0243

[38] **Tekauz, A.** Characterization and distribution of pathogenic variation in Pyrenophora teres f. teres and P. teres f. maculata from western Canada // Canadian Journal of Plant Pathology, 1990. – Vol. 12. – № 2. – P. 141–148. https://doi.org/10.1080/07060669009501033

[39] **Serenius, M.,** Mironenko N., Manninen O. Genetic differentiation in Pyrenophora teres populations measured with AFLP markers // Mycological Research, 2007. – Vol. 111. – № 2. – P. 213–223. https://doi.org/10.1016/j.mycres.2006.11.008

[40] **Rothwell, C.T.,** Singh D., van Ogtrop F., Sørensen C.K., Fowler R., Germán S., Park R.F., Dracatos P.M. Rapid phenotyping of adult-plant resistance in barley (Hordeum vulgare) to leaf rust under controlled conditions // Plant Breeding, 2019. – Vol. 138. – № 1. – P. 51–61. https://doi.org/10.1111/pbr.12660

[41] **Riaz, A.,** Periyannan S., Aitken E., Hickey L. A rapid phenotyping method for adult-plant resistance to leaf rust in wheat // Plant Methods, 2016. – Vol. 12. – Article 17. https://doi.org/10.1186/s13007-016-0116-7

[42] **Velásquez, A.C.,** Castroverde C.D.M., He S.Y. Plant–pathogen warfare under changing climate conditions // Current Biology, 2018. – Vol. 28. – № 10. – P. R619–R634. https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.03.054

[43] **Backes, A.,** Guerriero G., Ait Barka E., Jacquard C. Pyrenophora teres: taxonomy, morphology, interaction with barley, and mode of control // Frontiers in Plant Science, 2021. – Vol. 12. – Article 614951. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.614951

[44] **Smedegaard-Petersen, V.** Isolation of two toxins produced by Pyrenophora teres and their significance in disease development of net-spot blotch of barley // Physiological Plant Pathology, 1977. – Vol. 10. – № 3. – P. 203–211. https://doi.org/10.1016/0048-4059(77)90027-5

[45] **Mandahar, C.L.,** Garg I.D. Effect of net blotch infection on the physiology of barley: respiration // Indian Journal of Mycology and Plant Pathology, 1980. – Vol. 10. – P. 12–16.

[46] **Sharma, H.S.S.** Assessment of the reaction of some spring barley cultivars to Pyrenophora teres using whole plants, detached leaves and toxin bioassay // Plant Pathology, 1984. – Vol. 33. – № 3. – P. 371–376. https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1984.tb01332.x

[47] **Weiergang, I.,** Jørgensen H.J.L., Møller I.M., Friis P., Smedegaard-Petersen V. Correlation between sensitivity of barley to Pyrenophora teres toxins and susceptibility to the fungus // Physiological and Molecular Plant Pathology, 2002. – Vol. 60. – № 3. – P. 121–129. https://doi.org/10.1006/pmpp.2002.0384

[48] **Sarpeleh, A.,** Wallwork H., Tate M.E., Catcheside D.E.A., Able A.J. Initial characterisation of phytotoxic proteins isolated from Pyrenophora teres // Physiological and Molecular Plant Pathology, 2008. – Vol. 72. – № 1–3. – P. 73–79. https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2008.05.003

[49] **Amezrou, R.,** Verma R.P.S., Chao S., Brueggeman R.S., Belqadi L., Arbaoui M., Rehman S., Gyawali S. Genome-wide association studies of net form of net blotch resistance at seedling and adult plant stages in spring barley collection // Molecular Breeding, 2018. – Vol. 38. – Article 58. https://doi.org/10.1007/s11032-018-0813-2

[50] **Richter, K.,** Schondelmaier J., Jung C. Mapping of quantitative trait loci affecting Drechslera teres resistance in barley with molecular markers // Theoretical and Applied Genetics, 1998. – Vol. 97. – № 8. – P. 1225–1234. https://doi.org/10.1007/s001220051014.

[51] **Douiyssi, A.,** Rasmusson D.C., Roelfs A.P. Responses of barley cultivars and lines to isolates of Pyrenophora teres // Plant Disease, 1998. – Vol. 82. – № 3. – P. 316–321. https://doi.org/10.1094/PDIS.1998.82.3.316

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ АРПА ГЕНЕТИКАЛЫҚ ҚОРЫНЫҢ *PYRENOPHORA TERES* F. *TERES* ҚОЗДЫРҒЫШЫ ТУДЫРАТЫН ТОРЛЫ ДАҚ АУРУЫНА ТӨЗІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ

Мәуленбай А.Д.[1]*, техника ғылымдарының магистрі
Савин Т.В.[2], биология ғылымдарының кандидаты
Тохетова Л.А.[3], ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор
Абугалиева С.И.[4], биология ғылымдарының докторы, профессор
Туруспеков Е.К.[4], биология ғылымдарының кандидаты, профессор, Қазақстан Республикасы Президентінің жанындағы Қазақстан Республикасы Ұлттық академиясының академигі

[1] «Биологиялық қауіпсіздік проблемаларының ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Гвардейский к., Жамбыл облысы, Қазақстан
[2] А.И. Бараев атындағы Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы, Шортанды к., Ақмола облысы, Қазақстан
[3] Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан
[4] Өсімдік биологиясы және биотехнологиясы институты, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Арпаның торлы дақ ауруы (*Pyrenophora teres* f. *teres*) әлемнің көптеген аймақтарында, соның ішінде Қазақстанда да, арпа өнімділігін төмендететін аса қауіпті аурулардың бірі болып саналады. Алайда отандық селекциялық материалдардың осы патогенге төзімділігі жөніндегі мәліметтер жеткіліксіз. Зерттеудің мақсаты – Қазақстанның әртүрлі селекциялық мекемелерінен алынған 106 жаздық арпа үлгісінің *P. teres* f. *teres* қоздырғышына көктеу және ересек өсімдік кезеңдеріндегі төзімділігін кешенді бағалау. Көктеу кезеңіндегі төзімділік жылыжай жағдайында патогеннің басым 100 және 500 расаларын пайдалану арқылы анықталды. Ересек өсімдіктердің төзімділігі табиғи және жасанды инфекциялық аяда аурудың даму дәрежесі мен аурудың даму қисығы астындағы аудан (АДҚАА) көрсеткіштері бойынша бағаланды. Зерттеу нәтижелері 500 расаның 100 расаға қарағанда жоғары вируленттілікке ие екенін және оған төзімді үлгілер санының аз болғанын көрсетті. Сонымен қатар, аурудың даму дәрежесі мен АДҚАА арасында оң корреляция (r = 0,885) анықталды. Көктеу және ересек өсімдік кезеңдеріндегі төзімділік реакцияларының айырмашылығы расаға тән және сандық төзімділік механизмдерінің қатар әрекет ететіндігін көрсетті. Алынған нәтижелер Қазақстан селекциясында пайдаланылатын арпа генетикалық қорын *P. teres* f. *teres* қоздырғышының басым расаларына төзімділігі бойынша бағалауға мүмкіндік беріп, селекция бағдарламаларында құнды төзімділік көздерін іріктеу үшін ғылыми негіз қалыптастырады.

Тірек сөздер: арпа, торлы дақ ауруы, ауруға төзімділік, генетикалық қорды скринингтеу, расаға тән төзімділік, далалық бағалау.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ГЕНОФОНДА ЯЧМЕНЯ К СЕТЧАТОЙ ПЯТНИСТОСТИ, ВЫЗЫВАЕМОЙ *PYRENOPHORA TERES* F. *TERES*, В КАЗАХСТАНЕ

Мауленбай А.Д.[1]*, магистр технических наук
Савин Т.В.[2], кандидат биологических наук
Тохетова Л.А.[3], доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Абугалиева С.И.[4], доктор биологических наук, профессор
Туруспеков Е.К.[4], кандидат биологических наук, профессор, академик Национальной академии наук Республики Казахстан при Президенте Республики Казахстан

[1] *ТОО «Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности», п. Гвардейский, Жамбылская область, Казахстан*
[2] *ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева», п. Шортанды, Акмолинская область, Казахстан*
[3] *Кызылординский университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан*
[4] *Институт биологии и биотехнологии растений, г. Алматы, Казахстан*

Аннотация. Сетчатая пятнистость ячменя, вызываемая *Pyrenophora teres* f. *teres*, является одной из наиболее распространенных и экономически значимых болезней культуры, приводящей к существенным потерям урожайности во многих странах мира, включая Казахстан. Несмотря на важность проблемы, сведения об источниках устойчивости отечественного селекционного материала к данному патогену остаются ограниченными. Целью настоящего исследования являлась комплексная оценка устойчивости 106 образцов ярового ячменя различных селекционных программ Казахстана к *P. teres* f. *teres* на стадиях проростков и взрослых растений. Оценку устойчивости проростков проводили в условиях теплицы с использованием двух преобладающих рас патогена (100 и 500), тогда как устойчивость взрослых растений изучали в полевых условиях при искусственном инфекционном фоне с использованием показателей степени развития болезни и площади под кривой развития болезни (ПКРБ). Установлено, что раса 500 обладала более высокой вирулентностью по сравнению с расой 100, что сопровождалось снижением числа устойчивых образцов на стадии проростков. Выявлена положительная корреляция между степенью развития болезни и значениями ПКРБ (r = 0,885). Различия в характере проявления устойчивости на стадиях проростков и взрослых растений свидетельствуют о сочетании расоспецифических и количественных механизмов устойчивости. Полученные результаты представляют собой первую комплексную фенотипическую оценку устойчивости казахстанского генофонда ярового ячменя к преобладающим расам *P. teres* f. *teres* и могут служить основой для отбора перспективных доноров устойчивости в селекционных программах.

Ключевые слова: ячмень, сетчатая пятнистость, устойчивость к болезням, скрининг генофонда, расоспецифическая устойчивость, полевая оценка.

ҒТАМР 68.37.31 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.363

РАПС ЕГІСТІКТЕРІНДЕ ҚЫРЫҚҚАБАТ КҮЙЕ КӨБЕЛЕГІНЕ (*Plutella xylostella* (L.) ҚАРСЫ БИОПРЕПАРАТТАРДЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ТИІМДІЛІГІ

Меңдібаева Г.Ж.[1*], PhD, қауымдастырылған профессор
https://orcid.org/0000-0002-0929-061X, 1987gulnaz@gmail.com
Мухамадиев Н.С.[1], биология ғылымдарының кандидаты, профессор
https://orcid.org/0000-0003-3199-2447 nmukhamadiyev@gmail.com
Чадинова А.М.[1], аға ғылыми қызметкер
https://orcid.org/ 0000-0001-9648-6719, aizhan_chadinova@mail.ru
Ниязбеков Ж.Б.[1], ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
https://orcid.org/0000-0003-1039-0068, niyazbekov-zhan@mail.ru
Койгельдина А.Е.[1], PhD, қауымдастырылған профессор,
https://orcid.org/0000-0003-1742-6481 aigerimkoigeldina8829@gmail.com
Слямова Н. Д.[2], ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор,
https://orcid.org/0000-0002-2831-9641, n.slyamova@mail.ru

[1]«Ж. Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан
[2]«Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Мақалада Қазақстанның оңтүстік-шығысы жағдайында рапс (*Brassica napus* L.) егістіктеріндегі қырыққабат күйе көбелегіне (*Plutella xylostella* (L.)) қарсы биологиялық қорғау құралдарын қолданудың тиімділігін бағалау нәтижелері келтірілген. Қырыққабат күйе көбелегі рапстың вегетациялық кезеңінде елеулі зиян келтіретін және жоғары тығыздықта дақыл өнімділігінің төмендеуіне әкелетін негізгі зиянкестердің бірі болып табылады.

Зерттеулер 2024–2025 жылдары «Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС-нің органикалық егістік алқаптарында және «Ж. Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС зертханасында жүргізілді. Рапстың вегетациялық кезеңінде зиянкестердің таралуы мен санын анықтау мақсатында стандартты фитосанитарлық және энтомологиялық әдістер негізінде тұрақты мониторинг жүргізілді. Биологиялық препараттар ұшқышсыз ұшу аппараттары (ҰҰА) арқылы енгізіліп, олардың биологиялық тиімділігі өңдеуден кейінгі 3, 7 және 14-тәуліктерде Аббот формуласы бойынша есептелді. Фитосанитарлық мониторинг нәтижесінде рапс егістіктерінде қырыққабат күйе көбелегі жұлдызқұрттарының тығыздығы 3–4 дана/өсімдікке дейін жетіп, экономикалық зияндылық шегінен асқаны анықталды. 2024 жылғы тәжірибелерде биологиялық препараттар кешендерінің тиімділігі өңдеуден кейінгі 14-тәулікте 94,4–100,0%-ды құрады. 2025 жылы *Streptomyces avermitilis*, *Bacillus thuringiensis* негізіндегі және басқа да биологиялық препараттар кешендерін қолданғанда 14-тәуліктегі биологиялық тиімділік 91,5–94,9% аралығында болды.

Зерттеу нәтижелері биологиялық препараттарды ҰҰА арқылы қолдану рапс егістіктеріндегі қырыққабат күйе көбелегінің санын тиімді төмендететінін көрсетті. Алынған нәтижелер аталған тәсілді рапсты интеграцияланған және экологиялық бағдарланған қорғау жүйесіне енгізудің перспективалы екенін және химиялық пестицидтерге түсетін жүктемені төмендетуге мүмкіндік беретінін көрсетеді.

Тірек сөздер: рапс, қырыққабат күйе көбелегі, биологиялық қорғау, биологиялық препараттар, биологиялық тиімділік, фитосанитарлық мониторинг.

Кіріспе. Қазіргі таңда рапс өсімдігі майлы дақылдардың ішінде алдыңғы орындардың бірін иеленіп, әлемнің көптеген әртүрлі климаттық аймақтарында кеңінен егілуде. Рапс мол өнімділігі, агроклиматтық жағдайларға бейімделгіштігі, қайта өңдеу өнімдерінің бірнеше мақсатта пайдаланылуы жоғары экономикалық маңызын растайды. Оның тұқымы тамақ өнеркәсібінде, техникалық мақсатта қолданылатын жоғары сапалы өсімдік майын өндіруге арналған негізгі шикізат болып табылады [1]. Өңдеу кезінде алынған жанама өнімдер күнжара мен шрот ақуыздың көп мөлшерімен ерекшеленеді және мал шаруашылығында

кеңінен пайладанылады [2].

Сондықтан рапс құнды мал азықтық және агротехникалық дақыл ретінде жасыл массаға бай, топырақ құнарлығын арттыратын жасыл тыңайтқышқа қолданылады, одан бөлек қажетті балды өсімдік болып табылады.[3]. Бүгінгі таңда рапс майын биоотын өндіруде пайдаланады, себебі заманның тұрақты даму талаптарына сәйкес парниктік газдар шығарындыларын азайтуға ықпал етеді [4].

Негізінен рапс өнімінің артуына зиянкестердің әсері орасан зор болады. Басымды қауіпті зиянкестердің бірі болып қырыққабат күйе көбелегі саналады, ол тез өсімталдығымен, қысқа дамуымен және дақылдың өсіп өну кезеңінде бірнеше рет ұрпақ бере алатындығымен ерекшеленеді [5]. Қырыққабат күйе көбелегінің жаппай көбеюі рапстың жапырақтарын қатты зақымдап, фотосинтез процессін төмендетеді де өнімнің азаюына әкеледі [6].

Қырыққабат күйе көбелегі инсектицидтерді қарсы қолдану кезеңінде төзімді зиянкестер қатарына жатады, яғни дүниежүзінің көптеген аймақтарында әртүрлі химиялық кластарға жататын инсектицидтерге төзімділігі дәлелденген. Сондықтан зиянкеске қарсы қорғау шараларында тек инсектицидтер ғана емес балама басқада қорғау құралдарын қарастыру қажет [7].

Бүгінде органикалық және экологиялық бағыттағы ауыл шаруашылығы қарқынды дамып келе жатқан уақытта өсімдіктерді биологиялық қорғау құралдарын қолданудың маңызы арта түсуде. Негізінен энтомопатогенді микроорганизмдер мен өсімдік тектес сығындылар және энтомофагтарды қолдану заман талабы [8]. Экономикалық тиімділігі, экологиялық қауіпсіздігі және зиянкестердің төзімділігін төмендетуде биологиялық препараттардың маңызы орасан зор [9].

Қабыршаққанатты зиянкестерге қарсы кеңінен қолданылатын *Bacillus thuringiensis* негізігіндегі биологиялық препараттардың орын ерекше. Зертханалық және егістік жағдайда жүргізілген бірнеше зерттеулерде аталған препараттың қырыққабат күйе көбелегіне қарсы тиімділігі дәлелденген [10]. Энтомопатогенді саңырауқұлақтар (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*), инсектицидтік және антифиданттық қасиеттері бар басқа да препараттар кеңінен зерттелуде [11].

Өсімдіктерді кешенді қорғау шаралары аясында биологиялық препараттар мен энтомофагтарды қолдану зиянкестер ошақтарын жоюға және олардың санын төмендетуге мүмкіндік береді. Нәтижесінде агроэкожүйелердің тұрақтылығын қамтамасыз ете отырып, химиялық жүктемені азайтуға мүмкіндік туады [12-15].

Айқышгүлді дақылдардың негізгі зиянкестерінің бірі – қырыққабат күйе көбелегі, сондықтан оны бақылаудың экологиялық қауіпсіз әдістерін қолдану маңызды. Органикалық егіншілікте агротехникалық және биологиялық тәсілдерді кешенді қолдану, соның ішінде *Bacillus thuringiensis* негізіндегі биопрепараттарды тұзақ-өсімдіктермен үйлестіру жоғары маңызға ие. Ауыспалы егісті сақтау және қыша, қытай қырыққабаты, қырмызыгүл, алиссум сияқты тұзақ-өсімдіктерді егістік периметріне орналастыру зиянкестердің негізгі дақылдағы санын төмендетуге ықпал етеді. Биологиялық препараттарды қолдану өсімдіктердің зиянкестермен зақымдану деңгейін төмендетуге мүмкіндік береді [11].

Сонымен қатар зиянкестермен биологиялық күрес тәсілінде олардың энтомофагтары *Diadegma*, *Cotesia*, *Diadromus*, *Microplitis* және *Oomyzus* туыстарына жататын паразитоидтар, энтомопатогенді микроорганизмдер маңызды рөл атқарады. Биологиялық күресуде көбіне энтомофагтардың өзара әрекеттесуіне және қоршаған ортаға тәуелді, бұл өсімдіктерді біріктірілген қорғау жүйесінде кешенді тәсілдерді қолданудың артықшылығын көрсетеді [16].

Қырыққабат күйе көбелегінің санын реттеуде *Diadegma semiclausum* паразитоидының негізгі рөл атқаратынын және зиянкес санының айтарлықтай төмендеуін қамтамасыз ететінін көрсетті. Сонымен қатар, жыртқыштардың әсері салыстырмалы түрде тұрақты болғанымен, олардың тиімділігі де климаттық факторларға, әсіресе температураға байланысты өзгереді. Осыған байланысты биологиялық бақылаудың нәтижелігі биотикалық және абиотикалық фактарларға байланыстылығымен анықталады [17].

Өсімдіктердің табиғи жаулары биоагенттерді агротехникалық тәсілдермен де біріктіріп қолдану жақсы нәтижеге әкеледі. *Bacillus thuringiensis* негізіндегі препараттармен энтомофагтарды бірге күрес шарасында пайдалану зиянкес санын төмендетіп, өсімдіктердің зақымдануын азайтуға және химиялық препараттарды қолдануға жол бермей, өнімділікті арттыруға мүмкаіндік туғызады [18].

Заманауи қорғау шараларың бірі болып шағылысуды болдырмайтын феромондық тұтқыларды қолдану әдісі де саналады. Синтетикалық жыныстық феромонды тұтқыларды пайдалану аталық дарақтардың бағдарлануын бұзып, зиянкестердің көбею қарқындылығын төмендетеді. Егістік зерттеулер бұл әдістің тиімділігі 85 пайыздан жоғары екендігін көрсетіп, өсімдіктерді біріктірілген қорғау жүйесіндегі маңызын дәлелдейді [19,20].

Қазіргі ғылыми зерттеулердің нәтижелері қырыққабат күйе көбелегінің (*Plutella xylostella* L.) санын тиімді және экологиялық қауіпсіз реттеу биологиялық және агротехникалық әдістерді, сондай-ақ феромонды тұтқыларды кешенді қолдануға негізделуі тиіс екенін көрсетеді. Мұндай интеграцияланған тәсіл зиянкестің санын экономикалық зияндылық шегінен төмен деңгейде ұстап тұруға, химиялық пестицидтерді қолдану жиілігін және пестицидтік жүктемені азайтуға, пайдалы энтомофаунаны сақтауға, сондай-ақ агроэкожүйелердің экологиялық және экономикалық тұрақтылығын арттыруға мүмкіндік береді.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Зерттеулер 2024-2025 жылдары Алматы облысы, Қарасай ауданы, Жалпақсай ауылында орналасқан Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС-нің органикалық егістігінде сонымен бірге «Ж.Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС-нің зертханасында жүргізілді.

Зерттеу нысаны ретінде рапс егістіктері және оның негізгі зиянкестерінің бірі - қырыққабат күйе көбелегі алынды.

Зиянкестер санының мониторингі бүкіл вегетациялық кезең бойы аптасына бір рет жүйелі түрде жүргізілді. Фитофагтардың саны маршруттық әдіспен және есептік алаңшалар әдісімен анықталды. Әрбір тәжірибе учаскесінде 5 қайталымда 10–20 өсімдікке егжей-тегжейлі тексеру жүргізіліп, олардың қоныстану деңгейі мен бір өсімдікке шаққандағы зиянкестер саны есепке алынды.

Егістіктердің фитосанитарлық тексерулері [21-23] әдістемелік ұсынымдарына сәйкес жүргізілді. Бұл әдістер ауыл шаруашылығы дақылдарының негізгі зиянкестерінің саны, таралуы және зияндылық дәрежесін бағалауды қамтиды.

Фитофагтардың даму ерекшеліктері, фенологиясы және популяция динамикасы ауыл шаруашылығы энтомологиясында кеңінен қолданылатын жалпы қабылданған әдістемелер бойынша зерттелді [24-27]. Зерттеулер барысында зиянкестердің даму сатылары, қоректену және көбею ерекшеліктері бақылауға алынды.

Қолданылған препараттардың биологиялық тиімділігі Аббот формуласы бойынша анықталды. Ол үшін өңдеуге дейінгі және өңдеуден кейінгі 3, 7 және 14 тәуліктегі зиянкес саны есепке алынып, бақылау нұсқасымен салыстырғандағы санының төмендеуі пайызбен есептелді.

Егістіктерді өңдеу барысында жұмыс ерітінділерінің біркелкі таралуын қамтамасыз ету, препарат шығынын азайту және өңдеу тиімділігін арттыру мақсатында ұшқышсыз ұшу аппараттары (ҰҰА) пайдаланылды.

Зерттеулерде зиянкестерге әртүрлі әсер ету механизміне ие келесі биологиялық препараттар қолданылды: Актарофит 1,8, Фитоспорин-М, Экстрасол, Греен Голд, Биосок және Битоксибациллин.

Зиянкестердің белсенділігі мен популяция динамикасы феромондық тұтқыларды қолдану арқылы зерттелді [26,27]. Аталған әдіс зиянкестердің жаппай ұшу кезеңі мен популяциясының ең жоғары даму уақытын нақты анықтауға мүмкіндік берді.

Зерттеу нәтижелері мен талдау. 2024-2025 жылдардың вегетациялық кезеңінде жүргізілген фитосанитарлық мониторинг барысында рапс егістіктерінде фитофагтардың

8 түрі анықталды. Атап айтқанда, *Chrysomelidae*, *Papilio machaon*, *Plutella xylostella*, *Pieris*, *Athalia rosae*, *Phyllotreta cruciferae*, *Eurydema* және *Aphidoidea* тіркелді.

2024 жылы рапс өсімдігінің көктеу кезеңінен бастап алғашқы екі нағыз жапырақтың қалыптасуға дейін қырыққабат күйе көбелегінің жаппай таралуы байқалды. Оның саны бір өсімдікке шаққанда 3-4 жұлдызқұртты құрап, экономикалық зияндылық шегінен (ЭЗШ) асып түсті. Аталған зиянкестің экономикалық зияндылық шегі бір өсімдікке 2-3 жұлдызқұртты құрайды.

Қырыққабат күйе көбелегі қырыққабат, қыша, шалғам және рапс сияқты айқышгүлді дақылдардың аса қауіпті зиянкестерінің бірі. Оның биологиялық ерекшелігі – ұшу және жұмыртқа салу кезеңдерінің ұзаққа созылуы, соның салдарынан егістікте зиянкестің әртүрлі даму сатылары бір мезгілде кездеседі. Бұл ерекшелік зиянкеске қарсы қорғау шараларын жүргізуді қиындатады. Көбелектері өсімдікке тікелей зиян келтірмейді және негізінен түнгі уақытта белсенді болады. Негізгі зиянды жапырақ ұлпаларымен қоректенетін жұлдызқұрттары келтіреді. Аналықтары жұмыртқаларын жапырақтың астыңғы бетіне жеке немесе 2–5 данадан топтап салып, орта есеппен 100–300 жұмыртқа береді. Эмбриондық даму 4–7 тәулікке созылады.

Жұмыртқадан шыққан жас жұлдызқұрттар бастапқыда жапырақ паренхимасын миналап, кейін оның бетіне шығып, жапырақ ұлпаларымен қоректенеді. Жоғары тығыздықта өсімдіктің өсу нүктесін де зақымдауы мүмкін. Жұлдызқұрттардың дамуы 16–25 тәулікке созылып, қуыршақтануы жапырақтың астыңғы бетінде жүреді. Температура жағдайына байланысты зиянкестің толық даму циклі 13–33 тәулікті құрайды, сондықтан қолайлы ауа райында бір вегетациялық кезең ішінде бірнеше ұрпақ беріп, егістікте жаппай таралуы мүмкін.

2024 жылы жүргізілген зерттеулерде қырыққабат күйе көбелегінің (*Plutella xylostella* L.) жұлдызқұрттарына қарсы биологиялық препараттар кешені ұшқышсыз ұшу аппараттары (ҰҰА) арқылы қолданылды. Тәжірибеде Актарофит 1,8, Греенголд, Фитоспорин-М, Экстрасол және Биосок негізіндегі препараттар кешендерінің биологиялық тиімділігі бағаланды.

1-кесте – Қырыққабат күйе көбелегіне қарсы қолданылған биопрепараттардың биологиялық тиімділігі, 2024 жыл

Тәжірибе нұсқалары	Жұлдызқұрттардың саны, дана/өсімдік				Биологиялық тиімділігі, %		
	өңдеуге дейін	есеп жүргізілген күні					
		3	7	14	3	7	14
Актарофит 1,8 *(Streptomyces avermitilis),* 0,9 л/га + Фитоспорин-М (*Bacillus subtilis 26 Д*), 0,5 л/га + Экстрасол *(Bacillus subtilis Ч-13)*, 1,5 л/га	3,0	1,5	1,0	0,0	59,4	74,3	100
Греенголд *(Azadirachta indica)* + Фитоспорин-М (*Bacillus subtilis 26 Д*), 0,5 л/га + Биосок *(құрттардың метаболизм өнімдері)*1 л/га	3,4	1,6	1,1	0,1	56,7	71,8	94,4
Бақылау	3,4	3,7	3,9	3,9	0	0	0

Зерттеу нәтижелері бойынша Актарофит 1,8 (*Streptomyces avermitilis*), 0,9 л/га + Фитоспорин-М (*Bacillus subtilis* 26 Д), 0,5 л/га + Экстрасол (*Bacillus subtilis* Ч-13), 1,5 л/га қолданылған нұсқада өңдеуге дейін қырыққабат күйе көбелегі жұлдызқұрттарының саны 3,0 дана/өсімдік болды. Өңдеуден кейінгі 3-тәулікте олардың саны 1,5 дана/өсімдікке дейін төмендеп, биологиялық тиімділік 59,4%-ды құрады. 7-тәулікте зиянкес саны 1,0 дана/өсімдікке дейін азайып, тиімділік 74,3%-ға жетті. 14-тәулікте тірі жұлдызқұрттар тіркелмей, биологиялық тиімділік 100,0%-ды құрады.

Греенголд (*Azadirachta indica*) + Фитоспорин-М (*Bacillus subtilis* 26 Д), 0,5 л/га +

Биосок, 1,0 л/га қолданылған нұсқада өңдеуге дейін зиянкестің саны 3,4 дана/өсімдік болды. Өңдеуден кейінгі 3, 7 және 14-тәуліктерде жұлдызкүрттардың саны тиісінше 1,6; 1,1 және 0,1 дана/өсімдікке дейін төмендеді. Биологиялық тиімділік сәйкесінше 56,7; 71,8 және 94,4%-ды құрады (1-кесте).

2-кесте – Қырыққабат күйе көбелегіне қарсы қолданылған биопрепараттардың биологиялық тиімділігі, 2025 жыл

Тәжірибе нұсқалары	Жұлдызкүрттардың саны, дана/өсімдік				Биологиялық тиімділігі, %		
	өңдеуге дейін	есеп жүргізілген күні					
		3	7	3	3	7	14
Актарофит, 1,8 *(Streptomyces avermitilis),* 0,9 л/га + Фитолавин, ВРК (*БА-120000 ЕА/мл, 32 г/л*), 1,5 л/га + Экстрасол *(Bacillus subtilis Ч-13)*, 1,5 л/га	3,8	0,7	0,6	0,3	84,8	89,1	94,9
Битоксибациллин (*Bacillus thuringiensis var. thuringiensis*), 3,0 л/т + Биосок *(құрттардың метаболизм өнімдері)*1 л/га	3,6	2,1	1,6	0,5	54,3	70,9	91,5
Бақылау	3,5	4,6	5,5	5,9	0	0	0

2025 жылы рапс егістіктерінде қырыққабат күйе көбелегінің жаппай таралуы дақылдың ерте даму кезеңдерінен бастап байқалды. Зиянкестің бастапқы саны тәжірибе нұсқаларында 3,6–3,8 дана/өсімдік, ал бақылау нұсқасында 3,5 дана/өсімдік деңгейінде тіркелді. Бұл жағдай зиянкеске қарсы биологиялық қорғау шараларын жүргізудің қажеттілігін көрсетті.

Актарофит 1,8 (*Streptomyces avermitilis*), 0,9 л/га + Фитолавин, ВРК, 1,5 л/га + Экстрасол (*Bacillus subtilis* Ч-13), 1,5 л/га кешенін қолданғанда жұлдызкүрттардың саны өңдеуден кейінгі 3-тәулікте 0,7 дана/өсімдікке дейін төмендеп, биологиялық тиімділік 84,8%-ды құрады. 7-тәулікте зиянкестің саны 0,6 дана/өсімдікке дейін азайып, тиімділік 89,1%-ға, ал 14-тәулікте 0,3 дана/өсімдік болып, биологиялық тиімділік 94,9%-ға жетті.

Битоксибациллин (*Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis*), 3,0 л/т + Биосок, 1,0 л/га қолданылған нұсқада биологиялық тиімділік өңдеуден кейінгі 3-тәулікте 54,3%, 7-тәулікте 70,9%, ал 14-тәулікте 91,5%-ды құрады. Осы кезеңде жұлдызкүрттардың саны 3,6-дан 0,5 дана/өсімдікке дейін төмендеді. Бақылау нұсқасында, керісінше, зиянкестің саны 3,5-тен 5,9 дана/өсімдікке дейін артты (2-кесте).

Жүргізілген зерттеулер қырыққабат күйе көбелегіне қарсы биологиялық препараттар кешендерін қолданудың жоғары тиімділігін көрсетті.

Тәжірибе барысында энтомофагтардың дамуын зерттеу, олардың биологиялық тиімділігін бағалау және табиғи пайдалы жәндіктерді егістік алқапқа тарту мақсатында арнайы танаптық сөре орнатылды (сурет 1). Танаптық сөренің айналасына энтомофагтар үшін қосымша қоректік база қалыптастыру мақсатында шірне мен тозаңға бай нектарлы өсімдіктер егілді. Бұл өсімдіктер энтомофагтарды қосымша қорекпен қамтамасыз етіп, олардың егістік алқапта сақталуына, белсенділігі мен көбеюіне қолайлы жағдай жасауға бағытталды.

Зиянкестер саны азайған кезеңде жыртқыш қоңыздар (*Coleoptera*), ызылдақ шыбындар (*Syrphidae*) және паразиттік жарғаққанаттылар (*Hymenoptera: Braconidae, Ichneumonidae*) сияқты энтомофагтар үшін нектарлы өсімдіктердің шірнесі мен тозаңы маңызды қосымша қорек көзі болып табылады. Мұндай қоректік ресурстар энтомофагтардың өміршеңдігін сақтауға, егістік алқапта ұзақ уақыт тұрақтануына және көбеюіне қолайлы жағдай жасайды. Нәтижесінде пайдалы жәндіктердің биологиялық белсенділігі артып, зиянкестер популяциясының табиғи жолмен реттелуіне ықпал етеді.

Сондықтан агроценоздағы биологиялық әртүрлілікті арттыру, пайдалы энтомофагтардың тұрақты популяциясын қалыптастыру және олардың биологиялық белсенділігін қолдау мақсатында егістік алқаптарында шірне мен тозаңға бай нектарлы өсімдіктерді өсіру маңызды. Бұл тәсіл энтомофагтардың егістік алқапта сақталуына және зиянкестер санының табиғи жолмен реттелуіне қолайлы жағдай жасайды. Нәтижесінеде зиянкестер санының табиғи реттелуі күшейіп, химиялық және биологиялық препараттарды қолдану қажеттілігі мен жиілігі төмендейді. Бұл өз кезегінде ауыл шаруашылығы дақылдарын зиянкестерден қорғау жүйесінің экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етуге, өсімдіктерді қорғауға жұмсалатын шығындарды азайтуға және қолданылатын шаралардың экономикалық тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.



1-сурет – Энтомофагтарды тартуға арналған танаптық сөре

Рапстың вегетациялық кезеңінде зиянкестердің санын биологиялық жолмен реттеу мақсатында егістік алқапқа трихограмма (*Trichogramma* spp.), габробракон (*Habrobracon hebetor* Say) және алтынкөз (*Chrysopidae*) сияқты пайдалы энтомофагтар жіберілді. Аталған энтомофагтар зиянкестердің әртүрлі даму сатыларына әсер етіп, олардың популяциясын табиғи жолмен реттеуде маңызды рөл атқарды.

Трихограмма зиянкестердің жұмыртқаларын паразиттеу арқылы олардың эмбриондық дамуын тоқтатып, келесі ұрпақтың қалыптасуын шектейді. Габробракон зиянкестердің жұлдызқұрттарын залалсыздандырып, кейін оларды паразиттеу арқылы олардың санының төмендеуіне ықпал етеді. Ал алтынкөз дернәсілдері өсімдік биттері (*Aphididae*), кенелер (*Acari*), аққанаттылар (*Aleyrodidae*), сондай-ақ басқа да ұсақ буынаяқты зиянкестермен белсенді қоректенетін жыртқыш энтомофаг болып табылады.

Рапс егістігіне энтомофагтарды кезең-кезеңімен жіберу зиянкестер популяциясының дамуын биологиялық жолмен тежеуге және олардың жаппай көбею қаупін төмендетуге мүмкіндік берді. Энтомофагтарды қолдану агроценоздағы пайдалы жәндіктердің үлесін арттыруға, зиянкестерге қарсы қосымша өңдеулерге қажеттілікті азайтуға және жалпы пестицидтік жүктемені төмендетуге бағытталған экологиялық қауіпсіз өсімдік қорғау жүйесінің маңызды элементі болып табылады.

Қорытынды. Алматы облысы жағдайында жүргізілген зерттеулер рапс егістігінде қырыққабат күйе көбелегінің (*Plutella xylostella* L.) негізгі және экономикалық маңызы жоғары зиянкестердің бірі екенін көрсетті. Зиянкестің жоғары тығыздығы өсімдіктердің зақымдануына және өнімділіктің төмендеуіне әкелуі мүмкін. 2024–2025 жылдары жүргізілген далалық тәжірибелерде биологиялық препараттар кешендерін қолдану қырыққабат күйе көбелегінің жұлдызқұрттарының санын айтарлықтай төмендетіп, биологиялық тиімділіктің 94,4–100,0%-ға дейін жетуін қамтамасыз етті.

Зерттеу нәтижелері биологиялық препараттарды энтомофагтармен және агротехникалық шаралармен кешенді қолдану зиянкестер популяциясын тиімді реттеуге, химиялық пестицидтерді қолдану қажеттілігін және агроэкожүйеге түсетін пестицидтік жүктемені төмендетуге мүмкіндік беретінін көрсетті. Ұсынылған биологиялық қорғау

тәсілдерін рапс агроценозында қолдану экологиялық қауіпсіз өсімдік қорғау жүйесін қалыптастыруға және сапалы ауыл шаруашылығы өнімін өндіруге мүмкіндік береді.

Қаржыландыру. Зерттеу жұмыстары Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігінің 2024–2026 жылдарға арналған BR22885418 «Қазақстан Республикасында ауыл шаруашылығы өнімінің органикалық өндірісінің технологиялық дамуын ғылыми қамтамасыз ету» бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру аясында жүзеге асырылды.

Әдебиеттер:

[1] **Hu, Q.,** Hua W., Yin Y., Zhang X., Liu L., Shi J., Zhao Y., Qin L., Chen C., Wang H. Rapeseed research and production in China // Crop Journal, 2017. – Vol. 5(2). – P. 127–135. https://doi.org/10.1016/j.cj.2016.06.005

[2] **Wanasundara, J.P.D**. Proteins of Brassicaceae oilseeds and their potential as a plant protein source // Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2011. – Vol. 51(7). – P. 635–677. https://doi.org/10.1080/10408391003749942

[3] **Kirkegaard, J.A.,** Christen O., Krupinsky J., Layzell D. Break crop benefits in temperate wheat production // Field Crops Research, 2008. – Vol. 107. – P. 185–195. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2008.02.010

[4] **Knothe, G.** Biodiesel and renewable diesel: A comparison // Progress in Energy and Combustion Science, 2010. – Vol. 36(3). – P. 364–373. https://doi.org/10.1016/j.pecs.2009.11.004

[5] **Furlong, M.J.,** Wright D.J., Dosdall L.M. Diamondback moth ecology and management: problems, progress, and prospects // Annual Review of Entomology. – 2013. – Vol. 58. – P. 517–541. https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153605

[6] **Zalucki, M.P.,** Shabbir A., Silva R., Adamson D., Liu S.S., Furlong M.J. Estimating the economic cost of Plutella xylostella // Journal of Economic Entomology, 2012. – Vol. 105(4). – P. 1115–1129. https://doi.org/10.1603/EC12076

[7] **Shehzad, M.** et al. Pesticide resistance in Plutella xylostella // Environmental Science and Pollution Research. – 2023. – Vol. 30. – P. 95296–95311. https://doi.org/10.1007/s11356-023-29271-5

[8] **Lacey, L.A.** et al. Insect pathogens as biological control agents // Journal of Invertebrate Pathology. – 2015. – Vol. 132. – P. 1–41. https://doi.org/10.1016/j.jip.2015.07.009

[9] **Isman, M.B.** Botanical insecticides // Annual Review of Entomology. – 2006. – Vol. 51. – P. 45–66. https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146

[10] **Wang, M.** et al. Gut microbiota and Bt susceptibility in Plutella xylostella // International Journal of Molecular Sciences. – 2024. – 25(15):8483. https://doi.org/10.3390/ijms25158483

[11] **Karimzadeh, J.,** Besharatnejad M.H. Ecological control of Plutella xylostella using trap crops and Bt applications // Archives of Phytopathology and Plant Protection. – 2020. – 52(19–20). – P. 1326–1347. https://doi.org/10.1080/03235408.2019.1707930

[12] **Georgescu E.** et al. Population dynamics of Plutella xylostella // Agronomy. – 2023. – 13(5):1236. https://doi.org/10.3390/agronomy13051236

[13] **Askri, S.M.H.** et al. Defense response of Brassica napus // Plant Physiology and Biochemistry. – 2025. – 221:109678. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2025.109678

[14] **Pilon, A.A.** et al. Development of Plutella xylostella // International Journal of Pest Management. – 2022. – 68(4). – P. 381–389. https://doi.org/10.1080/09670874.2022.2134942

[15] **Шпанев, А.М.** Развитие капустной моли на рапсе // Энтомологическое обозрение, 2023. – Т. 102(2). – С. 231–240. https://doi.org/10.31857/S036714452302003X

[16] **Sarfraz, M.,** Keddie A.B., Dosdall L.M. Biological control of diamondback moth // Biocontrol Science and Technology, 2005. – Vol. 15(8). – P. 763–789. https://doi.org/10.1080/09583150500136956

[17] **Thurman, J.H.,** Furlong M.J. Biocontrol of diamondback moth in organic crops // Agriculture, Ecosystems & Environment, 2025. https://doi.org/10.1016/j.agee.2025.109567

[18] **Navik, O.** et al. Biocontrol agents and cabbage yield // Egyptian Journal of Biological Pest Control, 2019. – 29:35. https://doi.org/10.1186/s41938-019-0159-7

[19] **Semerenko, S.A.,** Bushneva N.A. Pheromone control of Plutella xylostella // BIO Web of Conferences, 2022. – 42:02004. https://doi.org/10.1051/bioconf/20224202004

[20] **Shehzad, M.** et al. Entomopathogenic fungi against Plutella xylostella // Egyptian Journal of Biological Pest Control, 2021. – 31:86. https://doi.org/10.1186/s41938-021-00424-4

[21] **Фасулати, К.К**. Полевое изучение наземных беспозвоночных. – М.: Высшая школа, 1971. – 424 с.

[22] **Лукомца, В.М.**. [и др.]. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами /– Краснодар, 2010. – 327 с.

[23] **Исмаилов, В.Я.,** Олещенко И.Н., Орлов В.Н., Алексеенко А.В. Новый подход к регулированию численности насекомых с помощью синтетических половых феромонов // Химическая коммуникация насекомых. – М.: Наука, 1986. – С. 109–112.

[24] **Чурикова, В.Г.** Обоснование сроков эффективного применения инсектицидов в борьбе с капустной молью на рапсе яровом / В.Г. Чурикова, А.И. Силаев // Аграрный научный журнал, 2020. – № 11. – С. 71–77.

[25] **Холод, А.С.** Капустная моль – угроза посевам рапса в Омской области / А.С. Холод, А.Ф. Коренюк // Защита и карантин растений, 2016. – № 5. – С. 32–33.

[26] **С.В., Сорока** [и др.]. / Интегрированные системы защиты озимого и ярового рапса от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации. – Минск: Колорград, 2016. – 124 с.

[27] **Шпанев, А.М**. Новые случаи массового размножения капустной моли / А.М. Шпанев // Защита и карантин растений, 2021. – № 4. – С. 27–30.

References:

[1] **Hu, Q.,** Hua W., Yin Y., Zhang X., Liu L., Shi J., Zhao Y., Qin L., Chen C., Wang H. Rapeseed research and production in China // Crop Journal, 2017. – Vol. 5(2). – P. 127–135. https://doi.org/10.1016/j.cj.2016.06.005

[2] **Wanasundara, J.P.D**. Proteins of Brassicaceae oilseeds and their potential as a plant protein source // Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2011. – Vol. 51(7). – P. 635–677. https://doi.org/10.1080/10408391003749942

[3] **Kirkegaard, J.A.,** Christen O., Krupinsky J., Layzell D. Break crop benefits in temperate wheat production // Field Crops Research, 2008. – Vol. 107. – P. 185–195. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2008.02.010

[4] **Knothe, G.** Biodiesel and renewable diesel: A comparison // Progress in Energy and Combustion Science, 2010. – Vol. 36(3). – P. 364–373. https://doi.org/10.1016/j.pecs.2009.11.004

[5] **Furlong, M.J.,** Wright D.J., Dosdall L.M. Diamondback moth ecology and management: problems, progress, and prospects // Annual Review of Entomology. – 2013. – Vol. 58. – P. 517–541. https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153605

[6] **Zalucki, M.P.,** Shabbir A., Silva R., Adamson D., Liu S.S., Furlong M.J. Estimating the economic cost of Plutella xylostella // Journal of Economic Entomology. – 2012. – Vol. 105(4). – P. 1115–1129. https://doi.org/10.1603/EC12076

[7] **Shehzad, M.** et al. Pesticide resistance in Plutella xylostella // Environmental Science and Pollution Research. – 2023. – Vol. 30. – P. 95296–95311. https://doi.org/10.1007/s11356-023-29271-5

[8] **Lacey, L.A.** et al. Insect pathogens as biological control agents // Journal of Invertebrate Pathology. – 2015. – Vol. 132. – P. 1–41. https://doi.org/10.1016/j.jip.2015.07.009

[9] **Isman, M.B.** Botanical insecticides // Annual Review of Entomology. – 2006. – Vol. 51. – P. 45–66. https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146

[10] **Wang, M. et al**. Gut microbiota and Bt susceptibility in Plutella xylostella // International Journal of Molecular Sciences. – 2024. – 25(15):8483. https://doi.org/10.3390/ijms25158483

[11] **Karimzadeh, J.**, Besharatnejad M.H. Ecological control of Plutella xylostella using trap crops and Bt applications // Archives of Phytopathology and Plant Protection. – 2020. – 52(19–20). – P. 1326–1347. https://doi.org/10.1080/03235408.2019.1707930

[12] **Georgescu, E.** et al. Population dynamics of Plutella xylostella // Agronomy. – 2023. – 13(5):1236. https://doi.org/10.3390/agronomy13051236

[13] **Askri, S.M.H.** et al. Defense response of Brassica napus // Plant Physiology and Biochemistry. – 2025. – 221:109678. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2025.109678

[14] **Pilon, A.A.** et al. Development of Plutella xylostella // International Journal of Pest Management. – 2022. – 68(4). – P. 381–389. https://doi.org/10.1080/09670874.2022.2134942

[15] **Shpanev, A.M.** Development and harmfulness of the diamondback moth (Plutella xylostella) on spring rapeseed // Entomological Review. – 2023. – Vol. 102(2). – P. 231–240. https://doi.org/10.31857/S036714452302003X [in Russian]

[16] **Sarfraz, M.,** Keddie A.B., Dosdall L.M. Biological control of diamondback moth // Biocontrol Science and Technology. – 2005. – Vol. 15(8). – P. 763–789. https://doi.org/10.1080/09583150500136956

[17] **Thurman, J.H.,** Furlong M.J. Biocontrol of diamondback moth in organic crops // Agriculture,

Ecosystems & Environment. – 2025. https://doi.org/10.1016/j.agee.2025.109567
[18] **Navik, O. e**t al. Biocontrol agents and cabbage yield // Egyptian Journal of Biological Pest Control. – 2019. – 29:35. https://doi.org/10.1186/s41938-019-0159-7
[19] **Semerenko, S.A.,** Bushneva N.A. Pheromone control of Plutella xylostella // BIO Web of Conferences. – 2022. – 42:02004. https://doi.org/10.1051/bioconf/20224202004
[20] **Shehzad, M.** et al. Entomopathogenic fungi against Plutella xylostella // Egyptian Journal of Biological Pest Control. – 2021. – 31:86. https://doi.org/10.1186/s41938-021-00424-4
[21] **Fasulati, K.K.** Field study of terrestrial invertebrates. – Moscow: Vysshaya Shkola, 1971. – 424 p. [in Russian]
[22**] Ed., V.M.** Lukomets. / Methodology for conducting field agronomic experiments with oilseed crops. – Krasnodar, 2010. – 327 p. [in Russian]
[23] **Ismailov, V.Ya.,** Oleshchenko I.N., Orlov V.N., Alekseenko A.V. A new approach to regulating insect populations using synthetic sex pheromones // Chemical Communication of Insects. – Moscow: Nauka, 1986. – P. 109–112. [in Russian]
[24] **Churikova, V.G.,** Silaev A.I. Justification of optimal timing for effective insecticide application against diamondback moth on spring rapeseed // Agrarian Scientific Journal. – 2020. – No. 11. – P. 71–77. [in Russian]
[25] **Kholod, A.S.,** Korenyuk A.F. Diamondback moth – a threat to rapeseed crops in the Omsk region // Plant Protection and Quarantine. – 2016. – No. 5. – P. 32–33. [in Russian]
[26] **Soroka, S.V.** et al. Integrated systems for protection of winter and spring rapeseed against pests, diseases and weeds: recommendations /– Minsk: Kolorgrad, 2016. – 124 p. [in Russian]
[27] **Shpanev, A.M.** New cases of mass reproduction of the diamondback moth // Plant Protection and Quarantine. – 2021. – No. 4. – P. 27–30. [in Russian]

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОПРЕПАРАТОВ ПРОТИВ КАПУСТНОЙ МОЛИ (*Plutella xylostella* (L.)) НА ПОСЕВАХ РАПСА

Мендібаева Г.Ж.[1*], PhD, ассоциированный профессор
Мухамадиев Н.С.[1], кандидат биологических наук, профессор
Чадинова А.М.[1]
Ниязбеков Ж.Б.[1], кандидат сельскохозяйственных наук
Койгельдина А.Е.[1], PhD, ассоциированный профессор
Слямова Н.Д.[2], кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор

[1]*ТОО «Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж. Жиембаева», Алматы, Казахстан*
[2]*ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», Алматы, Казахстан*

Аннотация. В статье представлены результаты оценки эффективности применения биологических средств защиты растений против капустной моли (*Plutella xylostella* (L.)) в посевах рапса (*Brassica napus* L.) в условиях юго-востока Казахстана. Капустная моль является одним из основных вредителей рапса, способных при высокой численности наносить существенный ущерб растениям и приводить к снижению урожайности культуры.

Исследования проводились в 2024–2025 гг. на органических посевах ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства» и в лабораторных условиях ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений им. Ж. Жиембаева». В течение вегетационного периода рапса проводили систематический мониторинг распространения и численности вредителей с использованием стандартных фитосанитарных и энтомологических методов. Биологические препараты вносили с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), а их биологическую эффективность определяли на 3-и, 7-е и 14-е сутки после обработки по формуле Аббота.

По результатам фитосанитарного мониторинга установлено, что численность гусениц капустной моли в посевах рапса достигала 3–4 экз./растение и превышала экономический порог вредоносности. В опытах 2024 г. биологическая эффективность комплексов биопрепаратов на 14-е сутки после обработки составила 94,4–100,0%. В 2025 г. при применении комплексов биологических препаратов на основе *Streptomyces avermitilis*, *Bacillus thuringiensis* и других биологических агентов эффективность на 14-е сутки составила 91,5–94,9%.

Результаты исследований показали, что применение биологических препаратов с использованием БПЛА позволяет эффективно снижать численность капустной моли в посевах рапса. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности включения данного подхода в интегрированную и экологически ориентированную систему защиты рапса и возможности снижения пестицидной нагрузки на агроэкосистемы.

Ключевые слова: рапс, капустная моль, биологическая защита растений, биопрепараты, эффективность, фитосанитарное состояние.

EVALUATION OF THE BIOLOGICAL EFFICACY OF BIOPREPARATIONS AGAINST THE DIAMONDBACK MOTH (*Plutella xylostella* (L.)) ON RAPESEED CROPS

Mengdibayeva G.Zh.[*1], PhD, Associate Professor,
Mukhamadiyev N.S.[1], Candidate of biological Sciences, Professor,
Chadinova A.M.[1],
Niyazbekov Zh.B.[1], Candidate of Agricultural Sciences,
Koigeldina A.E.[1], PhD, Associate Professor,
Slyamova N. D.[1], Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,

[1]LLP "Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev", Almaty, Kazakhstan
[2]LLP "Kazakh Research Institute of Agriculture and Crop Production", Almaty, Kazakhstan
Almaty, Kazakhstan

Annotation. The article presents the results of evaluating the effectiveness of biological plant protection agents against the diamondback moth (*Plutella xylostella* (L.)) in rapeseed (*Brassica napus* L.) crops under the conditions of southeastern Kazakhstan. The diamondback moth is one of the major pests of rapeseed and, at high population densities, can cause substantial plant damage and reduce crop yield.

The studies were conducted in 2024–2025 in organic crop fields of the Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing LLP and under laboratory conditions at the Zh. Zhiembayev Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine LLP. During the rapeseed growing season, systematic monitoring of pest distribution and population density was carried out using standard phytosanitary and entomological methods. Biological preparations were applied using unmanned aerial vehicles (UAVs), and their biological efficacy was assessed at 3, 7, and 14 days after treatment using Abbott's formula.

Phytosanitary monitoring showed that the density of diamondback moth larvae in rapeseed crops reached 3–4 larvae per plant and exceeded the economic threshold. In the 2024 field trials, the biological efficacy of the biopesticide combinations reached 94.4–100.0% at 14 days after treatment. In 2025, the application of biological preparations based on *Streptomyces avermitilis*, *Bacillus thuringiensis*, and other biological agents resulted in an efficacy of 91.5–94.9% at 14 days after treatment.

The results demonstrated that UAV-based application of biological preparations effectively reduces diamondback moth populations in rapeseed crops. The findings indicate that this approach is promising for integration into an integrated and environmentally oriented rapeseed protection system and may contribute to reducing pesticide pressure on agroecosystems.

Keywords: rapeseed, diamondback moth, biological plant protection, biopreparations, efficacy, phytosanitary status.

IRSTI 68.37.13; 68.37.29; 68.35.47 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.364

EFFICACY OF BIOPESTICIDES AGAINST MAJOR PESTS OF WINTER WHEAT WHEN APPLIED BY UNMANNED AERIAL VEHICLES IN SOUTH-EASTERN KAZAKHSTAN

Mukhamadiyev N.S.[1], Candidate of biological Sciences, Professor
nmukhamadiyev@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-3199-2447
Chadinova A.M.[1]
aizhan_chadinova@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-9648-6719
Mengdibayeva G.Zh.[*1], PhD, Associate Professor
1987gulnaz@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-0929-061X
Niyazbekov Zh.B.[1], Candidate of Agricultural Sciences
niyazbekov-zhan@mail.ru, https://orcid.org/0000-0003-1039-0068
Koigeldina A.E.[1], PhD, Associate Professor
aigerimkoigeldina8829@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-1742-6481
Slyamova N. D.[2], Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
n.slyamova@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-2831-9641

[1]*LLP "Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev", Almaty, Kazakhstan*
[2]*LLP "Kazakh Research Institute of Agriculture and Crop Production", Almaty, Kazakhstan*
Almaty, Kazakhstan

Annotation. In the context of the development of organic agriculture, the introduction of environmentally safe plant protection methods is of particular importance. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of biological protection of cereal crops using biopreparations and unmanned aerial vehicles (UAVs) based on phytosanitary monitoring.

The research was conducted on demonstration fields of organic farming in the Almaty region at the demonstration site of the Zhiembayev Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine (KazRIPPQ). During the growing season, a total of 16 pest species were identified during surveys of wheat crops.

On winter wheat at the tillering stage, the abundance of the cereal leaf beetle (*Oulema melanopus* L.) reached 9-11 adults per m², while the sunn pest (Eurygaster integriceps Put.) reached 0.6-0.7 adults per m², which was close to the economic threshold of harmfulness. At the stem elongation-heading stage, a harmful population density of wheat thrips (*Haplothrips tritici Kurd*.) was recorded, reaching 7-8 adults per stem.

The application of biological preparations using unmanned aerial vehicles (UAVs) provided high biological efficacy: up to 95.3% against the cereal leaf beetle, 91.0% against the sunn pest, and 88.5% against wheat thrips. In addition, an increase in beneficial entomofauna was observed due to the establishment of nectar-producing zones and artificial nesting sites.

The obtained results confirm the prospects of integrated biological plant protection in organic farming, which contributes to reducing pest populations to a safe level while maintaining the ecological balance of agroecosystems.

Keywords: biological plant protection, entomology, cereal leaf beetle, sunn pest, wheat thrips, unmanned aerial vehicle.

Introduction. Global experience demonstrates that economically efficient and environmentally safe crop production is achieved through the integrated application of technological practices within farming systems of a planned level of intensification. These technologies represent a unified system for managing the crop production process through crop rotation systems, soil cultivation practices, fertilizer application, and plant protection measures within the framework of organic farming systems [1].

In the Republic of Kazakhstan, the development of this sector is regulated by the Law of the Republic of Kazakhstan "On the Production and Circulation of Organic Products", which defines the legal, economic, and organizational foundations for the production of organic products. At the same time, an analysis of the list of registered plant protection products shows that the share of

biological preparations accounts for only about 2%, which is insufficient for the full development of organic farming and indicates the need to expand the range of biopreparations and to improve mechanisms for their introduction into agricultural practice.

Plant protection in organic farming reflects significant progress in the development and application of biological methods for controlling harmful organisms, such as the use of natural bioregulators, beneficial microorganisms, entomophages, and agronomic practices. However, despite the accumulated scientific and practical experience, the number of challenges is increasing, including the growing resistance of pests, the expansion of their species diversity, and changes in their distribution ranges. These factors complicate the adaptation of such approaches to different agroclimatic conditions, reduce their long-term effectiveness, and hinder their optimal implementation in organic farming systems aimed at ensuring environmentally safe agricultural production [2]. Despite the advantages of using biopesticides in intensive and organic agriculture, the number of biological preparations registered for use remains limited: about 300 worldwide, 50 in Russia, and only 19 in Kazakhstan. At the same time, biological plant protection systems have been implemented in practical agriculture on only about 2% of agricultural land in the Russian Federation [3,4]. Biological plant protection has two main directions. The first involves the use of "living organisms against living organisms", i.e., the application of bacteria, fungi, nematodes, entomophages, acariphages, entomopathogenic viruses, and other biological agents that act as antagonists of phytopathogens. Microorganisms that are antagonists of phytopathogens are commonly used to control plant diseases. In the control of weeds, herbivorous insects are used, for example the ragweed leaf beetle, which feeds on ragweed without damaging cultivated plants. In addition, microorganisms causing diseases and subsequent death of weeds - known as mycoherbicides - are also used. The second direction involves the use of preparations based on biologically active substances of natural origin for regulating biotic environmental factors. These include pheromones that attract pests and disrupt their mating by disorienting them, as well as agents that facilitate the transmission of entomopathogenic organisms. There are also biorational non-toxic pesticides that regulate the population density and development of insect pests. One of the main advantages of the complete or partial rejection of chemical pesticides is the active reproduction of beneficial organisms, which serve as the main regulators of the populations of many harmful species. This process is known as natural biocenotic regulation [5].

Materials and methods. The research was conducted at the experimental fields of LLP "Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing" located in Zhalpaksai village, Karasai district, Almaty region, and under laboratory conditions at LLP "Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev". Monitoring of pest infestation on the demonstration plots of organic farming was carried out weekly. To study the biological characteristics of phytophagous insect development, generally accepted methods in agricultural entomology and plant protection were used [6–17].

Insects (the sunn pest, cereal leaf beetle, adults of ground beetles, cereal beetles, as well as caterpillars and eggs of Lepidoptera) were counted on plots measuring 0.25 m². Small and jumping insects (flea beetles), with the same number of samples, were counted using a Petlyuk box covered with gauze, with a base size of 50 × 50 cm, placed on the soil surface.

Small insects and mites in the field were assessed using two indicators: the percentage of infested plants and the infestation score. The level of infestation was characterized using a 3-point scale:

1 point – low infestation (individual specimens are found on the plant, not forming colonies and occupying less than 25% of the leaf surface);

2 points – moderate infestation (1-2 colonies are found on the plant, occupying 26–50% of the leaf surface);

3 points – high infestation (more than 2 colonies are found on the plant, occupying more than 50% of the total leaf surface).

When necessary, small insects and mites were counted in the laboratory using a binocular microscope.

Sampling of concealed stem pests was carried out for damaging stages located inside plant tissues. For this purpose, sample plants or their parts (shoots, stems) were examined, and the number of pests and traces of their damage were recorded. Usually, 10 samples with an area of 0.25 m² each were taken.

To account for pests that live openly but are difficult to count visually due to high mobility, excessive abundance, or dense vegetation cover, sweeping with an entomological net was used. One sample consisted of 10–20 consecutive sweeps with the net without interruption.

Counts of the red-breasted cereal leaf beetle were conducted according to the established methodology. During the full tillering stage, periodic field inspections were carried out, including 1–2 test sweepings with an entomological net (25 sweeps each) to determine the appearance of cereal leaf beetles [18].

Results and Discussion. During the growing season, regular monitoring of pests through soil excavations and population counts on wheat revealed 16 pest species causing damage of varying degrees. These included click beetles: the common wireworm (Agriotes sputator L.), the dark click beetle (Agriotes obscurus L.), and the broad click beetle (Selatosomus latus F.); darkling beetles: the steppe darkling beetle (Blaps halophila M.) and the sandy darkling beetle (Opatrum sabulosum L.); the striped flea beetle (Phyllotreta vittula R.); the red-breasted cereal leaf beetle (Oulema melanopus L.); the wheat thrips (Haplothrips tritici Kurd.); the Moorish bug (Eurygaster maura L.); the sunn pest (Eurygaster integriceps Put.); the greenbug aphid (Schizaphis graminum Rond.); the English grain aphid (Sitobion avenae F.); cereal flies including the frit fly (Chlorops pumilionis Bjer.) and the wheat meromyza (Meromyza nigriventris Mcq.); as well as the greater cereal flea beetle (Chaetocnema aridula Gyll.) and the lesser cereal flea beetle (Chaetocnema hortensis Geoffr.) [19,20].

During the monitoring period, 15 species belonging to 11 families and 3 insect orders were identified. Three species of entomophagous insects listed in the Red Book of the Republic of Kazakhstan and the Almaty Region were also recorded: the tree mantis (Hierodula tenuidentata), the short-winged Coranus (Coranus subapterus), and the punctate lady beetle (Stethorus punctillum).

Before the start of field trials evaluating the effectiveness of various crop protection schemes against pests, preliminary measures were organized to ensure the timely implementation of protective treatments at optimal periods.

At the demonstration field of organic farming, observations were carried out to monitor the population dynamics of the main pests (the red-breasted cereal leaf beetle, the sunn pest, wheat thrips, etc.). During these observations, the timing of development of individual stages of their life cycle was determined. The results of phytosanitary monitoring showed that during the tillering stage of winter wheat, the abundance of adult cereal leaf beetle (Oulema melanopus) reached 9–10 individuals per m², while the sun pest (Eurygaster integriceps) reached 0.6–0.7 individuals per m².

For the adult cereal leaf beetle, this indicator approached the economic threshold of harmfulness (ETH), which, according to literature data, is 10 individuals per m² during the tillering stage. Reaching this level serves as a signal for implementing protective measures, since exceeding the ETH may lead to massive leaf damage, disruption of plant photosynthetic activity, and a decrease in crop yield.

In April, field experiments were established on winter wheat against the cereal leaf beetle and the sun pest using biological preparations. The treatments were carried out with the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) (Figures 1, 2,3). The data presented in Figure 1 indicate the high biological efficacy of the applied protection schemes. Thus, with two applications of biological preparations, the effectiveness reached 93.5–95.3% compared with the control. The use of unmanned aerial vehicles (UAVs) ensured uniform and precise distribution of the working solution, reduced consumption of biological preparations, and lower anthropogenic impact on the fields (Figure 2).

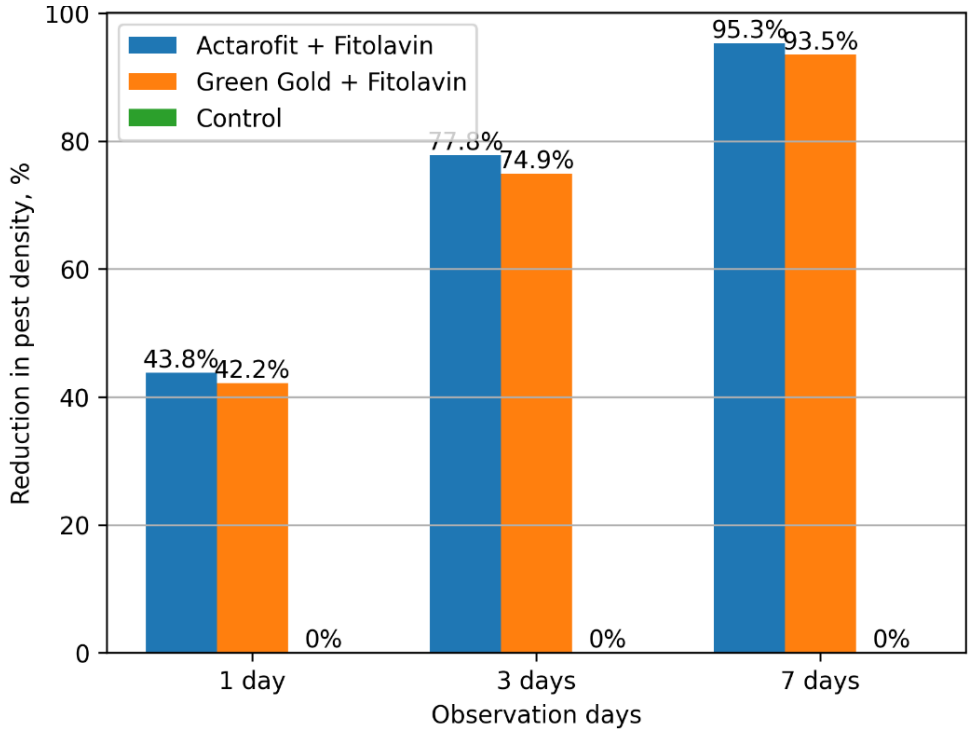


Figure 1 – Biological efficacy of biopreparations against the red-breasted cereal leaf beetle on winter wheat crops, 2025



Figure 2 – Implementation of protective measures using UAVs at the demonstration site of Kazakh Research Institute of Agriculture and Crop Production, 2025

In order to evaluate the effectiveness of biological preparations against the sun pest (Eurygaster integriceps), field experiments were established. The trials were conducted under conditions of natural pest infestation. As shown in Table 3, high biological efficiency was observed with the application of the preparation Aktorofit 1.8 (Streptomyces avermitilis), whose effectiveness reached 91.0%, indicating the high activity of this biological product against the sun pest.

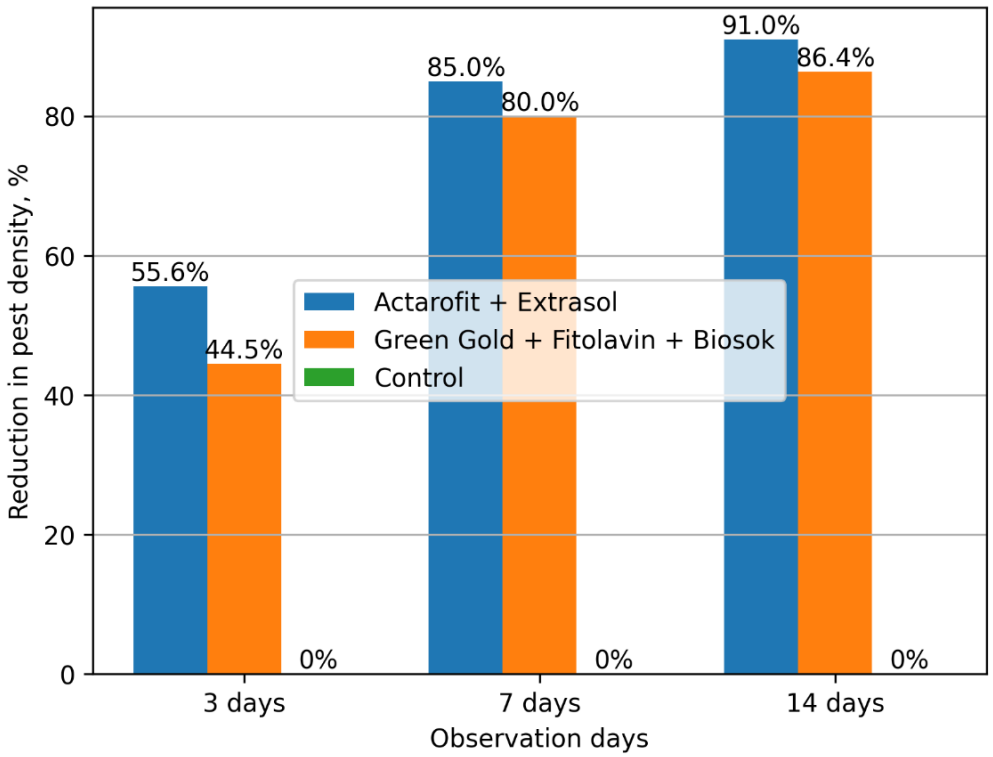


Figure 3 - Biological efficacy of biopreparations against the sunn pest on winter wheat crops, 2025

On winter wheat, at the booting–heading stage, a visual inspection recorded 7–8 adult thrips per stem (economic threshold of harmfulness – 8-10 individuals per stem). These indicators were already considered an important reason for carrying out treatment (Figure 4).

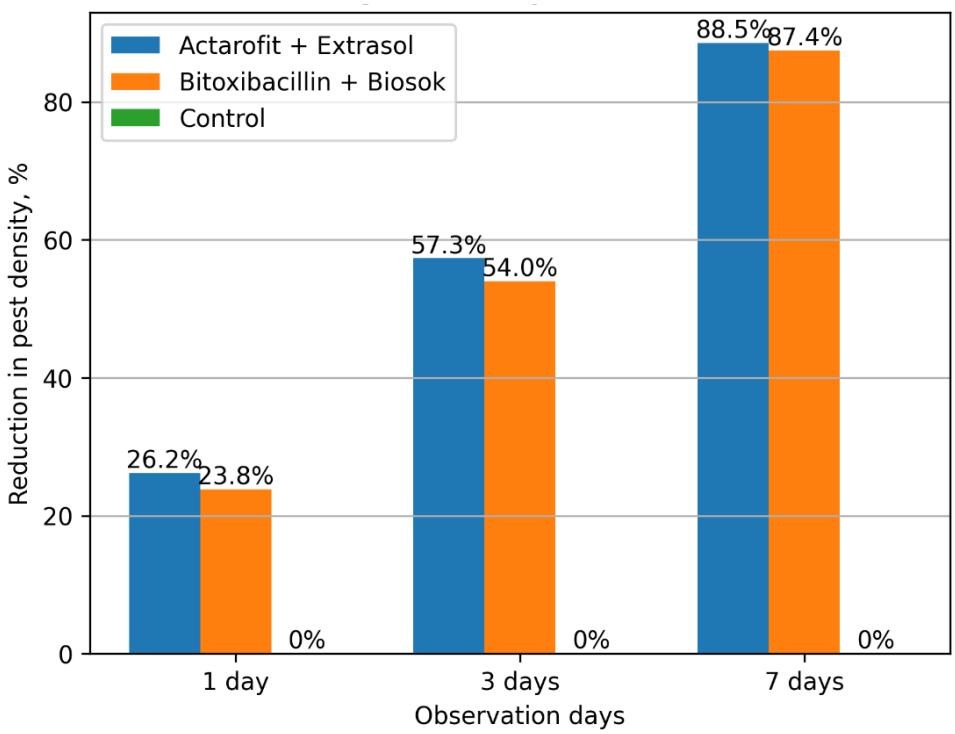


Figure 4 – Biological efficacy of biopreparations against wheat thrips on winter wheat crops, 2025

The biological efficacy of the preparations Aktorofit 1.8 (Streptomyces avermitilis), 0.9 L/ha + Extrasol (Bacillus subtilis Ch-13), 2.0 L/ha, applied using unmanned aerial vehicles (UAVs)

against wheat thrips on wheat crops demonstrated high biological effectiveness, reaching 88.5% on the seventh day after treatment.

In this regard, the application of biological preparations based on entomopathogenic microorganisms and biologically active substances was a scientifically justified and timely measure. These treatments made it possible to reduce pest populations to a safe level and maintain the phytosanitary well-being of agricultural crops.

The biological preparations used differ from chemical plant protection products by their environmental safety—they do not harm the environment, including beneficial insects such as pollinators. For this reason, they are particularly suitable for ecological (organic) farming, which is becoming increasingly popular. In addition, biological products do not cause pest resistance or pathogen tolerance, allowing them to be effectively used for many years without the need to increase the dosage of the active ingredient.

To study the development of beneficial insects and evaluate the effectiveness of entomophages, as well as to attract them, a field rack (stand) was installed. Nectar-producing plants were sown around the rack, which helped attract various species of entomophages (Figure 5).

Entomophages such as predatory beetles, hoverflies, parasitoid wasps, and other insects require additional nutrition, especially during periods when their prey is less abundant. Nectar and pollen help them survive, reproduce, and actively prey on pests. The advantage of sowing nectariferous plants is the increase in biodiversity, which contributes to reducing the need for plant protection treatments using pesticides.



Figure 5 – Rack for the release of entomophages in the demonstration field of organic farming, Kazakh Research Institute of Crop Production and Agriculture, 2025

Within the framework of the research conducted at the demonstration site of organic farming, a comprehensive monitoring of the population dynamics of harmful organisms and the activity of natural entomophages was carried out. The obtained data indicate the significant role of bioagents and beneficial insects in maintaining the phytosanitary condition of agrocenoses.

Thus, the monitoring results confirm the effectiveness of the biological plant protection system, based on the use of a complex of natural entomophages and colonized bioagents. This approach ensures the sustainable suppression of pest populations at a level that does not require the

use of chemical plant protection products and contributes to maintaining the ecological balance within the agrocenosis.

The selection of biological plant protection agents, including biological products, entomophages, and pheromone traps, with the determination of the optimal timing and application rates considering the distribution and harmfulness of pests, is a key stage in the effective and environmentally safe protection of agricultural crops. The assessment of the biological efficiency of the selected methods makes it possible to reduce pest populations below the economic threshold of harmfulness, while minimizing losses and contributing to the sustainable development of agroecosystems.

Conclusion. The conducted studies confirmed the high efficiency of the biological protection system for cereal crops when using modern monitoring technologies and the application of biological preparations with the help of unmanned aerial vehicles (UAVs). Phytosanitary control made it possible to timely detect the approach of pest populations to the economic threshold of harmfulness and promptly carry out protective measures. The use of biological preparations ensured a significant reduction in the population of key pests without negative effects on beneficial entomofauna. Creating conditions for attracting entomophages further enhanced the natural regulatory mechanisms within the agrocenosis. This integrated approach contributes to the sustainable phytosanitary condition of crops and corresponds to the principles of organic farming. The results demonstrate the prospects of integrating biological methods and digital technologies for environmentally safe and economically efficient grain production.

Financing. This research was carried out within the framework of Budget Program 267 “Increasing the accessibility of knowledge, scientific research and activities” under the scientific and technical program BR22885418 “Scientific support of technological development of organic production of agricultural products in the Republic of Kazakhstan,” funded by the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan for 2024–2026.

References:

[1] **Алехин, В.Т.** Перспективы улучшения фитосанитарного состояния агроценозов // Журнал «Главный агроном». – Москва: Сельхозиздат, 2006. – №11. – С. 2–5.

[2] **Корсунова, Т.М.,** Имескенова Э.Г., Татарникова В.Ю. Альтернативное земледелие как основа устойчивого сельского хозяйства Байкальского региона. В сборнике: Материалы Международной научно-практической конференции «Агротуризм в устойчивом развитии сельских территорий», 2018. – С. 87–91.

[3] **Коноваленко, Л.Ю.** Биологические средства защиты растений для органического земледелия. В сборнике: Материалы Международной научно-практической конференции «Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса». – Соленое Займище: ФГБНУ «ПНИИАЗ», 2018. – С. 26–36.

[4] **Шабанов, А.А.**, Романовский Ч.А., Аутко А.А., Зень А.В., Таранда Н.И. Применение биопрепаратов в органическом растениеводстве. В сборнике: Научные труды «Сельское хозяйство – проблемы и перспективы». – Гродно, 2018. – С. 140–146.

[5] **Зыков, С.А.** Биопрепараты в современном земледелии // АгроФорум. – 2019. – №3. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/biopreparaty-v-sovremennom-zemledelii-2 (дата обращения: 22.01.2025).

[6] Методические указания по учету и выявлению особо опасных вредителей и болезней сельскохозяйственных культур. – Алматы, 2003.

[7] **Сагитов, А.О.**, Ажбенов В.К. (под редакцией). Методические указания по учету и выявлению особо опасных вредителей и болезней сельскохозяйственных угодий. – Алматы: «Бастау», 2003. – 48 с.

[8] **Фадеев, Ю.Н.,** Новожилов К.В. Современные принципы интегрированной защиты растений // Защита растений, 1985. – №1. – С. 2–5.

[9] **Казенас, В.Л.** Фауна и биология роющих ос (Hymenoptera, Sphecidae) Казахстана и Центральной Азии. – КазгосИНТИ, 2001. – 334 с.

[10] **Митяева, И.Д.** Красная книга Республики Казахстан. Том 1. Животные. Часть 2. Беспозвоночные / под редакцией – Алматы: Онер, 2006. – 232 с.

[11] **Мелдебекова, А.М.,** Казенаса, В.Л., Бекенова, А.Б., Тойбаева, А.М. Красная книга Алматинской области – Алматы, 2006. – 520 с.

[12] **Ажеганова, Н.С.** Краткий определитель пауков (Aranei) лесной и лесостепной зоны СССР. – Ленинград, 1968. – 150 с.

[13] **Фурсов, В.Н.** Как собирать насекомых-энтомофагов. – Киев: Институт зоологии, 2003. – 68 с.

[14] Всесоюзный научно-исследовательский институт биологических методов защиты растений. Применение трихограммы в борьбе с комплексом вредителей полевых культур. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 48 с.

[15] **Кожанчиков, И.В.** Методы исследования экологии насекомых. – Москва: Высшая школа, 1961. – 286 с.

[16] **Осмоловский, Г.Е.** (под редакцией). Определитель сельскохозяйственных вредителей по повреждениям культурных растений. – Ленинград, 1976. – 696 с.

[17] **Фасулати, К.К**. Полевое изучение наземных беспозвоночных. – Москва: Высшая школа, 1971. – 424 с.

[18] **Поляков, И.Я.** (под редакцией). Выявление сельскохозяйственных вредителей и сигнализация сроков борьбы с ними. – Москва: Россельхозиздат, 1964. – 204 с.

[19] **Мухамадиев, Н.С.,** Чадинова А.М., Меңдібаева Г.Ж. Биологическая защита озимой пшеницы от вредителей в условиях Алматинской области // Вестник Кызылординского университета имени Коркыт Ата, 2025. – №1(72). – С. 176–186. https://doi.org/10.52081/bkaku.2025.v72.i1.231

[20] **Мухамадиев, Н.С.,** Чадинова А.М., Меңдібаева Г.Ж., Даулеткелді Е. Биологическая защита озимой пшеницы от вредителей в условиях юго-востока Казахстана // Вестник науки Казахского агротехнического университета имени С. Сейфуллина, 2025. – №2/1(126). – С. 29–37. https://doi.org/10.51452/kazatu.2025.2/1(126).1920

References:

[1] **Alekhin, V.T.** Perspektivy uluchsheniya fitosanitarnogo sostoyaniya agrotsenozov. Zhurnal “Glavnyi agronom”. – Moscow: Selkhozizdat, 2006. – No.11. – P. 2–5. [in Russian]

[2] **Korsunova, T.M.,** Imeskenova E.G., Tatarnikova V.Yu. Alternativnoe zemledelie kak osnova ustoichivogo selskohozyaystvennogo proizvodstva Baikalskogo regiona. V sbornike: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii “Agroturizm v ustoichivom razvitii selskih territoriy”, 2018. – P. 87–91. [in Russian]

[3] **Konovalenko, L.Yu.** Biologicheskie sredstva zashchity rasteniy dlya organicheskogo zemledeliya. V sbornike: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii “Itogi i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa”. Solenoe Zaimishche: FGBNU PNIIAZ, 2018. – P. 26–36. [in Russian]

[4] **Shabanov, A.A.,** Romanovskiy Ch.A., Autko A.A., Zen A.V., Taranda N.I. Primenenie biopreparatov v organicheskom rastenievodstve. V sbornike: Nauchnye trudy “Selskoe khozyaystvo – problemy i perspektivy”. Grodno, 2018. – P. 140–146. [in Russian]

[5] **Zykov, S.A.** Biopreparaty v sovremennom zemledelii. AgroForum, 2019. – No.3. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/biopreparaty-v-sovremennom-zemledelii-2 (accessed: 22.01.2025). [in Russian]

[6] Metodicheskie ukazaniya po uchetu i vyavleniyu osobo opasnykh vrediteley i bolezney selskokhozyaystvennykh kultur. – Almaty, 2003. [in Russian]

[7] **Sagitov, A.O.,** Azhbenov V.K. (eds.). Metodicheskie ukazaniya po uchetu i vyavleniyu osobo opasnykh vrediteley i bolezney selskokhozyaystvennykh ugodiy. Almaty: Bastau. 2003. 48 p. [in Russian]

[8] **Fadeev, Yu.N.,** Novozhilov K.V. Sovremennye printsipy integrirovannoy zashchity rasteniy. – Zashchita rasteniy, 1985. – No.1.– P. 2–5. [in Russian]

[9] **Kazenas, V.L.** Fauna i biologiya royushchikh os (Hymenoptera, Sphecidae) Kazakhstana i Tsentralnoy Azii. – KazgosINTI, 2001. – 334 p. [in Russian]

[10] **Mityaev, I.D.,** Krasnaya kniga Respubliki Kazakhstan. Vol.1. Zhivotnye. Chast 2. Bespozvonochnye. Ed. – Almaty: Oner, 2006. – 232 p. [in Russian]

[11] **Meldebekov, A.M.,** Kazenas, V.L., Bekenov, A.B., Toybaev, A.M. Krasnaya kniga Almatinskoy oblasti. – Almaty, 2006. – 520 p. [in Russian]

[12] **Azheganova, N.S.** Kratkiy opredelitel paukov (Aranei) lesnoy i lesostepnoy zony SSSR. Leningrad,1968. – 150 p. [in Russian]

[13] **Fursov, V.N.** Kak sobirat nasekomykh-entomofagov. Kiev: Institut zoologii, 2003. – 68 p. [in Russian]
[14] VNIIBMZR. Primenenie trikhogrammy v borbe s kompleksom vrediteley polevykh kultur. – Moscow: Agropromizdat, 1990. – 48 p. [in Russian]
[15] **Kozhanchikov, I.V.** Metody issledovaniya ekologii nasekomykh. – Moscow: Vysshaya shkola. 1961. – 286 p. [in Russian]
[16] **Osmolovskiy, G.E.** (ed.). Opredelitel selskokhozyaystvennykh vrediteley po povrezhdeniyam kulturnykh rasteniy. Leningrad, 1976. – 696 p. [in Russian]
[17] **Fasulati, K.K.** Polevoe izuchenie nazemnykh bespozvonochnykh. – Moscow: Vysshaya shkola, 1971. – 424 p. [in Russian]
[18] **Polyakov, I.Ya.** (ed.). Vyavlenie selskokhozyaystvennykh vrediteley i signalizatsiya srokov borby s nimi. – Moscow: Rosselkhozizdat, 1964. – 204 p. [in Russian]
[19] **Mukhamadiyev, N.S.,** Chadinova A.M., Mendibayeva G.Zh. Biologicheskaya zashchita ozimoy pshenitsy ot vrediteley v usloviyakh Almatinskoy oblasti. Vestnik Korkyt Ata Kyzylorda University, 2025. – No.1(72). – P. 176–186. https://doi.org/10.52081/bkaku.2025.v72.i1.231 [in Russian]
[20] **Mukhamadiyev, N.S.,** Chadinova A.M., Mendibayeva G.Zh., Dauletkeldi E. Biologicheskaya zashchita ozimoy pshenitsy ot vrediteley v usloviyakh yugo-vostoka Kazakhstana // Vestnik nauki Kazakhskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S. Seifullina, 2025. – No.2/1(126). – P. 29–37. https://doi.org/10.51452/kazatu.2025.2/1(126).1920 [in Russian]

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС ЖАҒДАЙЫНДА ҰҰА ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ КҮЗДІК БИДАЙДЫҢ НЕГІЗГІ ЗИЯНКЕСТЕРІНЕ ҚАРСЫ БИОПРЕПАРАТТАРДЫҢ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ

Мухамадиев Н.С.[1], биология ғылымдарының кандидаты, профессор
Чадинова А.М[1].
Меңдібаева Г.Ж.[1*], PhD, қауымдастырылған профессор
Ниязбеков Ж.Б.[1], ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
Койгельдина А.Е.[1], PhD, қауымдастырылған профессор
Слямова Н. Д.[2], ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор

[1]«Ж. Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми - зерттеу институты» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан
[2]"Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты" ЖШС, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Органикалық егіншіліктің дамуы жағдайында өсімдіктерді қорғаудың экологиялық қауіпсіз әдістерін енгізу ерекше маңызға ие. Зерттеудің мақсаты фитосанитарлық мониторинг негізінде биопрепараттар мен ұшқышсыз ұшу аппараттарын (ҰҰА) қолдану арқылы дәнді дақылдарды биологиялық қорғаудың тиімділігін бағалау болды. Зерттеулер Алматы облысында органикалық егіншілік демонстрациялық алқаптарында, «Қазақ Егіншілік және Өсімдік шаруашылығы ҒЗИ» ЖШС демонстрациялық полигонында жүргізілді.

Вегетациялық кезең барысында бидай егістерін зерттеу кезінде 16 зиянкес түрі анықталды. Күздік бидайдың түптену фазасында қызыл кеуделі астықтың сүлікше қоңызының (*Oulema melanopus* L.) саны 9–11 имаго/м²-ге, ал зиянды бақашық қандаласының (*Eurygaster integriceps* Put.) саны 0,6-0,7 имаго/м²-ге жетіп, экономикалық зияндылық шегіне жақындады. Түтікке шығу – масақтану фазасында бидай трипсінің (*Haplothrips tritici* Kurd.) зиянды саны тіркеліп, бір сабақта 7-8 имаго анықталды.

Биопрепараттарды ҰҰА қолдану арқылы шашу жоғары биологиялық тиімділікті қамтамасыз етті астықтың сүлікше қоңызына қарсы – 95,3%, зиянды бақашыққа қарсы – 91,0%, ал бидай трипсіне қарсы – 88,5%. Сонымен қатар, нектарлы өсімдіктер аймақтарын және жасанды ұя салу орындарын ұйымдастыру нәтижесінде пайдалы энтомофаунаның белсенділігі артқаны байқалды. Алынған нәтижелер органикалық егіншілікте өсімдіктерді кешенді биологиялық қорғаудың болашағы зор екенін дәлелдейді. Бұл тәсіл зиянкестер санын қауіпсіз деңгейге дейін төмендетіп, агроценоздардың экологиялық тепе-теңдігін сақтауға мүмкіндік береді.

Тірек сөздер: өсімдіктерді биологиялық қорғау, энтомология, қызыл кеуделі астықтың сүлікше қоңызы, зиянды бақашық, трипс, ұшқышсыз ұшу аппараты.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОПРЕПАРАТОВ ПРОТИВ ОСНОВНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БПЛА В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

Мухамадиев Н.С.[1], кандидат биологических наук, профессор
Чадинова А.М.[1]
Меңдібаева Г.Ж.[1*], PhD, ассоциированный профессор
Ниязбеков Ж.Б.[1], кандидат сельскохозяйственных наук
Койгельдина А.Е.[1], PhD, ассоциированный профессор
Слямова Н.Д.[1], кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор

[1]ТОО «Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж. Жиембаева», *Алматы, Казахстан*
[2]ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», Алматы, Казахстан

Аннотация: В условиях развития органического земледелия особое значение приобретает внедрение экологически безопасных методов защиты растений. Целью исследования являлась оценка эффективности биологической защиты зерновых культур с использованием биопрепаратов и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на основе фитосанитарного мониторинга. Исследования проводились на демонстрационных полях органического земледелия в Алматинской области на демонстрационном полигоне ТОО «КазНИИЗиР». В течение вегетационного периода при обследовании посевов пшеницы выявлено 16 видов вредителей. На озимой пшенице в фазе кущения численность красногрудой хлебной пьявицы (Oulema melanopus L.) достигала 9-11 имаго/м², клоп вредной черепашки (Eurygaster integriceps Put.) – 0,6-0,7 имаго/м², что приближалось к экономическому порогу вредоносности. В фазе выхода в трубку – колошения зафиксирована вредоносная численность пшеничного трипса (Haplothrips tritici Kurd.) 7-8 имаго трипса на стебель.

Применение биопрепаратов с использованием БПЛА обеспечило высокую биологическую эффективность: до 95,3% против пьявицы, 91,0% против вредной черепашки и 88,5% против трипса. Дополнительно отмечена активизация полезной энтомофауны благодаря созданию нектароносных зон и искусственных гнездовий. Полученные результаты подтверждают перспективность комплексной биологической защиты растений в органическом земледелии, способствующей снижению численности вредителей до безопасного уровня при сохранении экологического равновесия агроценозов.

Ключевые слова: биологическая защита растений, энтомология, красногрудая хлебная пьявица, вредная черепашка, трипс, беспилотный летательный аппарат

МРНТИ: 68.37.05 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.365

ПЕРИОДИЧНОСТЬ ВСПЫШЕК МАССОВЫХ РАЗМНОЖЕНИЙ ИТАЛЬЯНСКОЙ САРАНЧИ В КАЗАХСТАНЕ

Ниязбеков Ж.Б., кандидат сельскохозяйственных наук
niyazbekov-zhan@mail.ru, https://orcid.org/0000-0003-1039-0068
Успанов А.М., кандидат биологических наук
alibekuspanov2@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-7122-8596
Динасилов А.С., кандидат сельскохозяйственных наук
alhimzr@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-4718-9512
Алиев О.Т., магистр сельскохозяйственных наук
ali5685225@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-9199-3006
Рысбекова А.М.*, PhD
rysbekova949r@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-3399-8511
Башкараев Н.А., старший научный сотрудник
bashkaraev_n@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-8487-4028

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений им. Ж. Жиембаева», г. Алматы, Казахстан.

Аннотация. В статье представлены результаты анализа многолетней динамики массовых размножений итальянской саранчи (*Calliptamus italicus* L.) в Казахстане и факторов, определяющих цикличность развития ее популяций. На основе исторических данных, материалов фитосанитарного мониторинга, литературных источников и сведений о солнечной активности за 2000-2025 гг. исследованы закономерности возникновения вспышек численности вредителя. Установлено, что массовые размножения итальянской саранчи имеют выраженный циклический характер с повторяемостью в среднем через 10-12 лет. Показано, что формирование очагов высокой численности обусловлено комплексным воздействием климатических, экологических и антропогенных факторов, включая засушливые погодные условия, трансформацию агроландшафтов и изменение структуры землепользования. Выявлена высокая положительная корреляционная связь между площадью распространения личинок итальянского пруса и числами Вольфа (r = 0,753), что свидетельствует о возможном влиянии циклов солнечной активности на динамику популяции. В то же время существенной зависимости между распространением вредителя и гидротермическим коэффициентом не установлено (r = 0,085).

Полученные результаты подтверждают перспективность использования показателей солнечной активности в комплексе с климатическими и фитосанитарными данными для совершенствования систем мониторинга, применения современных методов прогнозирования массовых размножений и разработки научно обоснованных интегрированных мер борьбы с итальянской саранчой в условиях изменяющегося климата и трансформации агроландшафтов Казахстана.

Ключевые слова: итальянская саранча, массовые размножения, солнечная активность, периодичность вспышек, динамика численности.

Введение. В Казахстане массовые размножения саранчовых представляют серьезную угрозу для сельского хозяйства, вызывая многомиллионные потери урожая и пастбищ. Наибольший экономический ущерб наносят стадные виды: азиатская (*Locusta migratoria migratoria* L.), мароккская (*Dociostaurus maroccanus* Thunb.) и итальянская (*Calliptamus italicus* L.) саранча.

Главным особо опасным видом стадных саранчовых, по оценке Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО), является итальянская саранча (*Calliptamus italicus* L.). Согласно результатам многолетних исследований, около 70-75% основных очагов распространения данного вида в Евразии сосредоточено на территории Казахстана, преимущественно в степной, сухостепной и засушливо-степной природных зонах. В периоды массового размножения итальянская саранча способна совершать дальние

миграции, значительно расширяя ареал распространения и заселяя как постоянные, так и временные и случайные очаги размножения [1].

Массовые размножения данного вида сопровождаются значительным экономическим ущербом, снижением урожайности сельскохозяйственных культур, деградацией пастбищных экосистем и необходимостью проведения масштабных защитных мероприятий. Особенностью популяционной динамики итальянской саранчи является циклический характер вспышек численности, обусловленный комплексным воздействием климатических, экологических и антропогенных факторов.

Анализ исторических данных показал, что на протяжении XX и начала XXI веков вспышки массового размножения итальянской саранчи в Казахстане отмечались 9 раз (1909-1912; 1924-1927; 1931-1933; 1944-1947; 1953-1956; 1967-1970; 1977-1982; 1988-1991; 1997-2003 гг.) [2-6].

Вспышки массового размножения саранчи имеет цикличный характер (в среднем 10-12 лет) и находятся в определенной зависимости от солнечной активности. Для развития вида благоприятными являются засушливая погода, а повторение таких условий подряд дважды или трижды – возникает подъем численности, перерастающий в массовые размножения и миграции, когда стаи покрывают огромные площади, не разбирая границ государств. Трансграничные перелёты стай происходят между Западным, Северным и Восточным Казахстаном, и сопредельными областями Российской Федерации, между Южным Казахстаном и Кыргызстаном, между Восточным Казахстаном и Китаем [7,8].

Известно, что наиболее благоприятные условия для увеличения численности саранчовых, включая стадные виды, в степных и полупустынных районах Евразии складываются после нескольких последовательных засушливых лет. Особенно важную роль играют теплые и сухие погодные условия в мае и первой половине июня, способствующие высокой выживаемости яйцекладок (кубышек) и личинок ранних возрастов. Напротив, прохладная и влажная весна создает благоприятные условия для развития патогенных микроорганизмов и естественных врагов саранчовых, включая бактерии, грибы и паразитов, что приводит к снижению численности популяций.

Существенное влияние на развитие вспышек массового размножения оказали также социально-экономические преобразования, произошедшие после распада СССР. В этот период была нарушена единая система защиты растений, а эффективные механизмы межгосударственного взаимодействия по мониторингу, прогнозированию и регулированию численности опасных вредителей практически отсутствовали. Одновременно службы защиты растений столкнулись с серьезными финансовыми и организационными трудностями, что значительно снизило эффективность фитосанитарных мероприятий [9].

Дополнительным фактором стало изменение структуры землепользования. Значительные площади ранее обрабатываемых сельскохозяйственных земель были выведены из оборота и превратились в залежи, которые являются оптимальными местообитаниями для итальянской саранчи. Совокупное воздействие благоприятных климатических условий и антропогенных факторов обусловило начало крупной вспышки массового размножения итальянского пруса в 1992 году в Западном Казахстане. В последующие годы очаги высокой численности постепенно распространялись преимущественно в восточном направлении. Уже в 1996-1997 гг. массовое размножение охватило восточную часть Казахстана, а к 1999 году был зарегистрирован резкий рост численности вредителя.

Одним из основных факторов, обусловивших масштабную вспышку численности саранчовых в 1997-2003 гг., явилась трансформация агроландшафтов, вызванная сокращением площадей возделываемых сельскохозяйственных земель и увеличением площади залежей, которые создали довольно благоприятные условия для роста, развития и массового размножения вредителя [10-12].

Проблема массовых вспышек численности насекомых на протяжении многих десятилетий остается одним из приоритетных направлений экологических исследований. Несмотря на значительный объем накопленных научных данных, причины периодического

возникновения массовых размножений отдельных видов вредных насекомых до сих пор окончательно не установлены. Закономерности цикличности этих процессов изучены недостаточно и продолжают оставаться предметом научных исследований и дискуссий.

На основе анализа исторических данных, в середине двадцатых – начале тридцатых годов прошлого столетия экологами были выдвинуты теоретические представления о периодичности массовых размножений (грызунов и насекомых), их связи и взаимодействии с циклами солнечной активности, климата и естественных врагов (зоофагов и энтомофагов) [13,14].

Этот вопрос, выросший в теоретическую проблему о возможности использования показателей солнечной активности в качестве критерия для прогнозирования появления вредителей сельскохозяйственных культур, всегда затрагивал основы теории динамики популяций. Классические исследования свидетельствуют о том, что основными драйверами динамики популяций являются погодные факторы, в частности количество осадков, влажность почвы, температура воздуха и обеспеченность кормовой базой.

В последние десятилетия появились новые данные, свидетельствующие о возможном влиянии солнечной активности на процессы, происходящие в биосфере, в том числе на динамику численности насекомых-вредителей. Результаты ряда исследований подтверждают наличие статистически значимой связи между периодами солнечной активности и возникновением массовых вспышек пустынной саранчи в регионах Северной Африки и Ближнего Востока.

При проведении исследований использовались методы анализа временных рядов и периодограмм, позволяющие сопоставить изменения количества солнечных пятен с результатами многолетних наблюдений за численностью популяций насекомых. Полученные данные показали, что максимумы солнечной активности нередко совпадают с периодами увеличения численности саранчи, что, вероятно, связано с изменениями атмосферной циркуляции, температурного режима и характера распределения атмосферных осадков [15-17].

При исследованиях, проведенных в Синьцзяне (Китайская Народная Республика), установлено, что годы повышенной солнечной активности (максимумы 11-летнего цикла) часто совпадают с пиками численности *Calliptamus italicus* [18].

Таким образом, Казахстан является одним из крупнейших очагов распространения *Calliptamus italicus* в мире. Благоприятное сочетание природно-климатических условий, обширные площади степных и полупустынных ландшафтов, а также значительные территории залежных земель создают оптимальные условия для существования и массового размножения этого вида. В отдельные годы площадь распространения вредителя достигает нескольких миллионов гектаров, что требует проведения масштабных мероприятий по мониторингу и защите сельскохозяйственных угодий.

Особенностью популяционной динамики итальянской саранчи является выраженная цикличность. После периодов депрессии численности при сочетании благоприятных гидротермических условий, высокой выживаемости яйцекладок и личинок, достаточной кормовой базы и снижения регулирующего влияния природных факторов происходит постепенное увеличение плотности популяций, завершающееся массовыми вспышками размножения. По данным многолетних наблюдений, подобные вспышки в Казахстане повторяются с определенной периодичностью, однако продолжительность циклов изменяется под влиянием климатических колебаний, трансформации землепользования и эффективности фитосанитарных мероприятий.

В последние десятилетия особую актуальность приобрели исследования, посвященные влиянию глобального изменения климата на динамику популяций саранчовых. Повышение среднегодовой температуры воздуха, увеличение повторяемости засушливых периодов и изменение структуры растительного покрова могут существенно влиять на сроки развития, выживаемость и пространственное распространение *Calliptamus italicus*. В связи с этим прогнозирование вспышек массового размножения становится одной из важнейших

задач современной прикладной энтомологии и системы фитосанитарной безопасности Казахстана.

Несмотря на значительное количество исследований, посвященных биологии, экологии и мерам борьбы с итальянской саранчой, вопросы периодичности массовых размножений и механизмов формирования очередных вспышек остаются предметом научной дискуссии. Обобщение многолетних данных позволяет выявить закономерности изменения численности популяций, определить основные факторы, влияющие на возникновение вспышек, и повысить эффективность их прогнозирования.

Материалы и методы исследования. Исследование выполнено на основе комплексного анализа отечественных и зарубежных научных публикаций, посвященных экологии, динамике численности и закономерностям массового размножения итальянской саранчи (*Calliptamus italicus* L.) на территории Казахстана и сопредельных регионов Центральной Азии. В качестве информационной базы использованы статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах, материалы международных организаций, а также результаты многолетних исследований по мониторингу саранчовых вредителей.

При подготовке статьи были проанализированы результаты многолетних наблюдений за состоянием популяций итальянской саранчи, полученные в различных природно-климатических зонах Казахстана, включая степные, сухостепные, полупустынные и пустынные территории, являющиеся основными местами формирования очагов массового размножения вида. Особое внимание уделено публикациям, содержащим сведения о многолетней динамике численности популяций, пространственном распределении вредителя, продолжительности периодов между вспышками и влиянии климатических факторов на формирование очагов высокой численности.

При оценке современного состояния популяций использованы архивные данные по обработанным площадям против стадных саранчовых в Республике Казахстан (РГУ «Республиканский методический центр фитосанитарной диагностики и прогнозов, материалы FAO), а также региональные источники.

Для оценки возможного влияния солнечной активности на динамику численности саранчовых использованы данные о количестве солнечных пятен за период 2000-2025 гг., представленные в международной базе данных SILSO (Sunspot Index and Long-term Solar Observations), версия 2.0. Показатель числа солнечных пятен (индекс Вольфа) применяли в качестве индикатора циклических изменений солнечной активности. Полученные данные были сопоставлены с многолетними сведениями о динамике распространения и численности стадных видов саранчовых на территории Казахстана с целью выявления возможных взаимосвязей между солнечными циклами и периодами массового размножения вредителей.

Результаты исследований. Проведенный анализ научной литературы и материалов многолетних наблюдений показал, что динамика численности итальянской саранчи в Казахстане характеризуется ярко выраженной цикличностью.

Установлено, что ключевым фактором формирования вспышек является климат. Высокие температуры весенне-летнего периода и недостаток атмосферных осадков способствуют повышению выживаемости яйцекладок, ускоряют развитие личинок и увеличивают репродуктивный потенциал популяции. Напротив, холодные зимы с недостаточным снежным покровом, влажная весна и продолжительные осадки в период развития личинок оказывают сдерживающее влияние на численность вредителя. Существенное значение имеют также состояние растительного покрова, наличие полынно-злаковых сообществ и сохранение целинных и залежных участков, которые являются оптимальными местообитаниями вида.

Помимо природных факторов, значительную роль в изменении численности итальянской саранчи играет антропогенное воздействие. Освоение целинных земель в середине XX века привело к сокращению площади естественных местообитаний и временному снижению численности вредителя. В дальнейшем увеличение площадей необрабатываемых земель, изменение системы выпаса скота и сокращение объемов

профилактических обработок способствовали восстановлению и расширению очагов размножения. Таким образом, динамика популяции вредителя определяется не только климатическими изменениями, но и трансформацией агроландшафтов.

Современные исследования показывают, что в последние годы система государственного фитосанитарного мониторинга Казахстана позволяет своевременно выявлять участки с повышенной плотностью яйцекладок и личинок, проводить прогнозирование развития популяций и планировать защитные мероприятия. Однако сохраняющееся влияние климатических изменений, сопровождающееся повышением температуры воздуха и увеличением частоты засушливых периодов, может способствовать возникновению новых очагов массового размножения. В связи с этим возрастает необходимость совершенствования методов мониторинга, применения геоинформационных технологий, дистанционного зондирования Земли и математического моделирования для раннего прогнозирования вспышек численности итальянской саранчи.

Полученные результаты подтверждают, что вспышки массового размножения итальянской саранчи в Казахстане имеют циклический характер и обусловлены совокупным воздействием климатических, экологических и хозяйственных факторов. Понимание закономерностей этой цикличности имеет важное значение для совершенствования системы фитосанитарного мониторинга, разработки долгосрочных прогнозов и повышения эффективности интегрированной защиты сельскохозяйственных культур.

В данной работе исследовалась взаимосвязь между циклами солнечной активности и массовыми размножениями итальянской саранчи в Казахстане на основе многолетних данных за период с 2000 по 2025 годы, включающих число солнечных пятен и площади обработок против стадных саранчовых.

Проведенный анализ многолетних данных показал, что очередной период увеличения численности итальянской саранчи в Казахстане начался в 2011-2012 гг. В этот период наблюдалось значительное расширение площадей распространения вредителя, что потребовало проведения защитных мероприятий на площади около 1,5-2 млн га. В дальнейшем численность популяции продолжала возрастать, и к 2013 году площадь, подлежащая обработке против итальянского пруса, достигла 3,2 млн га. Максимального уровня данная вспышка достигла в 2014 году, когда объемы защитных мероприятий превысили 4 млн га.

После периода снижения численности в последующие годы вновь была отмечена тенденция к увеличению популяции итальянской саранчи. Спустя примерно 10 лет сформировалась очередная волна массового размножения, что подтверждает ранее установленную цикличность развития данного вида. Наиболее выраженная вспышка пришлась на 2025 год, когда площадь распространения вредителя и необходимость проведения обработок превысили 2 млн га. Таким образом, анализ динамики численности итальянского пруса в Казахстане показывает, что изменения популяции данного вида в определенной степени согласуются с циклами солнечной активности. Это позволяет рассматривать солнечную активность как один из возможных факторов, влияющих на периоды подъема и снижения численности вредителя, а также на формирование очагов его массового размножения. Установлено, что вспышки численности итальянской саранчи в среднем повторяются с интервалом около 10-12 лет, что соответствует продолжительности 11-летнего цикла солнечной активности (рисунок 1).

Таким образом, для итальянской саранчи цикличность вспышек массовых размножений может быть более тесно связана с ритмами солнечной активности.

Определена корреляционная зависимость занимаемых площадей личинками итальянской саранчи и внешними факторами, такими как числа Вольфа и гидротермический коэффициент местности (таблица 1). Интерпретация значений коэффициента корреляции по шкале Чеддока показала наличие высокой прямой зависимости между площадью заселения личинками итальянского пруса и циклом солнечной активности, характеризуемым числами Вольфа ($r = 0,753$).

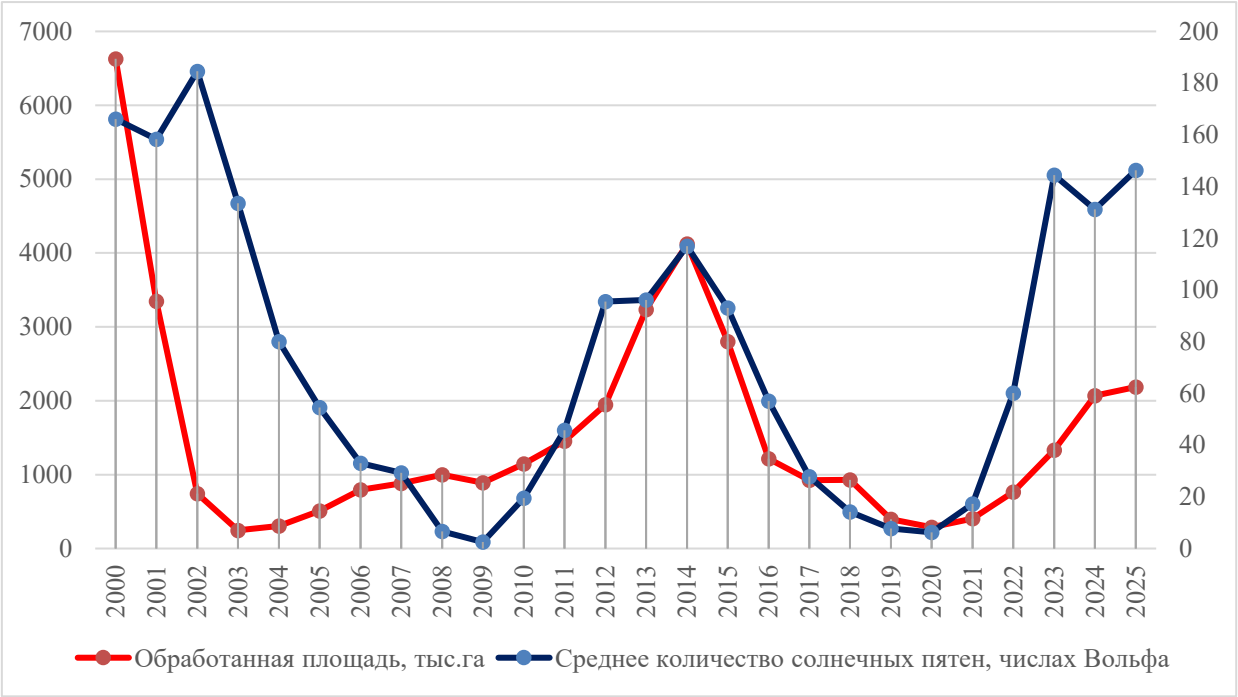


Рисунок 1 – Влияние циклов солнечной активности на динамику численности массовых размножений итальянской саранчи

Полученный коэффициент свидетельствует о тесной функциональной связи между исследуемыми показателями и позволяет предположить, что многолетние циклы солнечной активности могут являться одним из факторов, оказывающих влияние на динамику популяции данного вредителя.

Таблица 1 – Коэффициент корреляции площадей расселения личинок итальянского пруса на территории Казахстана в зависимости от числа Вольфа и гидротермического коэффициента (2010-2025 гг.)

Год	Заселенная площадь, тыс.га	Числа Вольфа	Гидротермический коэффициент, ГТК
2010	2163	24,9	0,33
2011	2298	80,8	0,21
2012	2928	84,5	0,36
2013	4297	94	0,29
2014	5652	113,3	0,36
2015	4053	69,8	0,58
2016	2362	39,8	0,36
2017	1856	21,7	0,41
2018	1714	7,1	0,26
2019	973	3,6	0,25
2020	822	8,8	0,6
2021	963	29,6	0,36
2022	1447	83,1	0,29
2023	2466	99,5	0,42
2024	4056	147	0,39
2025	3500	142	0,53
Коэффициент корреляции	-	0,753	0,085

Известно, что солнечная активность оказывает комплексное воздействие на климатическую систему Земли, влияя на температурный режим, интенсивность солнечной радиации, атмосферную циркуляцию, режим осадков и процессы формирования растительного покрова. В совокупности эти факторы способны создавать благоприятные условия для размножения и выживания популяций фитофагов, включая стадные виды саранчовых.

Следует отметить, что итальянский прус является экологически пластичным видом, способным быстро реагировать на изменения условий среды. В периоды повышенной солнечной активности возможно увеличение продолжительности теплого сезона, ускорение развития кормовой растительности и сокращение смертности отдельных стадий развития вредителя. Кроме того, благоприятные погодные условия могут способствовать повышению выживаемости яйцекладок в зимний период и ускоренному прохождению эмбрионального развития весной. В результате создаются предпосылки для формирования очагов повышенной численности и расширения площади заселения личинками.

Вместе с тем анализ показал отсутствие существенной связи между распространением итальянского пруса и гидротермическим коэффициентом теплого периода года ($r = 0{,}085$). Это свидетельствует о том, что фактор увлажнения не является определяющим для динамики численности данного вида в исследуемых условиях. Вероятно, итальянский прус обладает достаточно широким диапазоном экологической толерантности к влагообеспеченности среды и способен успешно развиваться как в относительно засушливых, так и в умеренно увлажненных местообитаниях. Следовательно, влияние гидротермических условий на его популяцию может нивелироваться другими факторами среды.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что итальянский прус демонстрирует высокую зависимость от циклов солнечной активности, что может свидетельствовать о существовании долговременных климатических механизмов, влияющих на его популяционную динамику.

Заключение. Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что формирование вспышек массового размножения стадных саранчовых имеет многофакторный характер и определяется совокупным воздействием природно-климатических, экологических и антропогенных факторов. Установлено, что степень влияния отдельных факторов на динамику популяций различных видов саранчовых неодинакова и зависит от их биологических особенностей, экологической специализации и условий обитания.

Полученные данные подтверждают возможность влияния циклов солнечной активности на многолетнюю динамику популяций саранчовых. При этом данное воздействие, вероятнее всего, носит опосредованный характер и реализуется через изменения климатических условий, включая особенности атмосферной циркуляции, температурного режима, распределения осадков и состояния растительного покрова, которые оказывают влияние на развитие и воспроизводство фитофагов.

Такая выраженная зависимость выявлена у итальянской саранчи (*Calliptamus italicus* L.), для которой установлена высокая положительная корреляционная связь между площадями распространения личинок и числами Вольфа. Это позволяет рассматривать показатели солнечной активности как один из перспективных факторов при разработке долгосрочных прогнозов динамики численности данного вида.

Полученные результаты имеют как теоретическое, так и практическое значение. Использование показателей солнечной активности в сочетании с климатическими характеристиками и данными фитосанитарного мониторинга может повысить эффективность систем прогнозирования массовых размножений саранчовых вредителей. Включение индексов солнечной активности в комплексные прогностические модели позволит повысить точность оценки фитосанитарных рисков и улучшить планирование мероприятий по предупреждению и локализации очагов массового размножения саранчовых на территории Казахстана.

Финансирование. Работа выполнена в рамках научно-технической программы программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики

Казахстан на 2024-2026 годы по бюджетной программе 267 BR22885887 «Усовершенствование и внедрение системы управления вредными организмами».

Литература:

[1] **Ажбенов, В.К.,** Костюченков Н.В., Байбусенов К.С.; Рыспанбетова М.Б.; Бисен Е.О.; Амангали Е. Превентивный подход в управлении популяциями стадных видов саранчовых в Казахстане / Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-11: Молодежь и наука». – 2015. – Т.I, ч.1. – С. 7-10.

[2] **Ажбенов, В.К.** Массовые размножения саранчовых в Казахстане и проблемы защиты сельскохозяйственных угодий //Вестник науки Акмолинского аграрного университета им. С.Сейфулина. – Астана, 2001. – Т.III. – С. 24-31.

[3] **Azhbenov, V.K.** Plants protection in the Republic of Kazakhstan: modern condition and perspectives // SCIENCE REVIEW. S.Seifullin Kazakh Agro Technical University. – № 1 (1). – Astana, 2007: 5-14 pp.

[4] **Цыпленков, Е.П.** Вредные саранчовые насекомые в СССР. – Л.: Колос, 1970. – 271с.

[5] **Ажбенов, В.К.** Научные основы фитосанитарного контроля и прогноза особо опасных вредных организмов в Республике Казахстан //Фитосанитарная безопасность агроэкосистем. The phytosanitary safety of agroecosystems. – Новосибирск, 2010. – С. 5-13.

[6] **Костюченков, Н.В.,** Ажбенов, В.К.; Костюченкова, О.Н.; Ляпейков, В.В.; Ляпейков, Л.В. Технология и машина для защиты растений в труднодоступных районах //Техника будующего: перспективы развития сельскохозяйственной техники».Symposium «Agrartechnik der Zukunft/Anforderungenan die Landtechnik». – Краснодар: ООО «CLAAS», 2013. – С. 206-208.

[7] **Ыскак, С.,** Агибаев А.Ж., Таранов Б.Т., Калмакбаев Т.Ж., Камбулин В.Е. Распространение стадных саранчовых и защитные мероприятия против них в Казахстане/ Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. – 2012. – № 5. – С. 11-20.

[8] **Куришбаев, А.К.,** Ажбенов В.К. Превентивный подход в решении проблемы нашествия саранчи в Казахстане и приграничных территориях // Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина. Вестник науки. – №1(76). – 2013. – С. 42-52.

[9] **Сергеев, М.Г.,** Чильдебаев М.К., Ванькова И.А., Гаппаров Ф.А., Камбулин В.Е., Коканова Э.О., Лачининский А.В., Пшеницына Л.Б., Темрешев И.И., Черняховский М.Е., Соболев Н.Н. и Молодцов В.В. 2022. Итальянская саранча Calliptamus italicus (Linnaeus, 1758). Морфология, экология, распространение, управление популяциями. Рим, ФАО. https://doi.org/10.4060/cb7921ru

[10] **Azhbenov, V.K.,** Baibussenov K.S., Sarbaev A.T., Harizanova V.B. Preventive approach of phytosanitary control of locust pests in Kazakhstan and adjacent areas // Proceedings of Conference IICBE-2015. – Penang, Malaysia, 2015. – P. 33-37.

[11] **Baibussenov, K.,** Bekbaeva A., Azhbenov V., Sarbaev A. and Yatsyuk S. Investigation of Factors Influencing the Reproduction of Non-Gregarious Locust Pests in Northern Kazakhstan to Substantiate the Forecast of their Number and Planning of Protective Measures // OnLine Journal of Biological Sciences. – 2021. – Vol. 21 (1). – P. 144-153.

[12] **Ажбенов, В.К.,** Костюченков Н.В., Сарбаев А.Т., Байбусенов К.С., Сулейменова З.Ш., Загайнов Н.А. Итальянская саранча *(Calliptamus italicus L.)* в Казахстане. – Астана, 2017. – 121 с.

[13] **Пианка, Э.** Эволюционная экология. – Москва, 1981. – 400 с.

[14] **Гиляров, А.М.** Популяционная экология: Учеб. пособие. – М.: МГУ, 1990. – 191с.

[15] **Xinru, Wan,** Marcel Holyoak, Chuan Yan, Yvon Le Maho, Rodolfo Dirzo, Charles J. Krebs, Nils Chr. Stenseth and Zhibin Zhang. Broad-scale climate variation drives the dynamics of animal populations: a global multi-taxa analysis. Biological Reviews (2022), Cambridge Philosophical Society, pp. 1-21.

[16] **G. Jiang,** T. Zhao, J. Liu, L. Xu, G. Yu, H. He, C.J. Krebs and Z. Zhang. Effects of ENSO-linked climate and vegetation on population dynamics of sympatric rodent species in semiarid grasslands of Inner Mongolia, China. Canadian Journal of Zoology (2011), https://doi.org/10.1139/z11-048.

[17] **Cheke, R.A.,** Young, S., Wang, X., Tratalos, J.A., Tang, S., Cressman, K. (2021). Evidence for a Causal Relationship between the Solar Cycle and Locust Abundance. Agronomy, 11, 69.

[18] **Wang, H.,** Zhang Z., Li D. Population dynamics of locusts in Xinjiang and possible connection with solar activity//Chinese Journal of Applied Entomology. 2012.

References:

[1] **Azhbenov, V.K.,** Kostyuchenkov N.V., Baibusenov K.S., Ryspanbetova M.B., Bisen E.O., Amangali E. Preventivnyi podkhod v upravlenii populyatsiyami stadnykh vidov saranchovykh v Kazakhstane / Materialy Respublikanskoi nauchno-teoreticheskoi konferentsii «Seifullinskie chteniya-11: Molodezh i nauka». – 2015. – T. I, ch. 1. – S. 7-10. [in Russian]

[2] **Azhbenov, V.K.** Massovye razmnozheniya saranchovykh v Kazakhstane i problemy zashchity selskokhozyaistvennykh ugodii // Vestnik nauki Akmolinskogo agrarnogo universiteta im. S. Seifulina. – Astana, 2001. – T. III. – S. 24-31. [in Russian]

[3] **Azhbenov, V.K.** Plants protection in the Republic of Kazakhstan: modern condition and perspectives // SCIENCE REVIEW. S. Seifullin Kazakh Agro Technical University. – № 1 (1). – Astana, 2007: 5-14 pp.

[4] **Tsyplenkov, E.P.** Vrednye saranchovye nasekomye v SSSR. – L.: Kolos, 1970. – 271 s. [in Russian]

[5] **Azhbenov, V.K.** Nauchnye osnovy fitosanitarnogo kontrolya i prognoza osobo opasnykh vrednykh organizmov v Respublike Kazakhstan // Fitosanitarnaya bezopasnost agroekosistem. The phytosanitary safety of agroecosystems. – Novosibirsk, 2010. – S. 5-13. [in Russian]

[6] **Kostyuchenkov, N.V.,** Azhbenov V.K., Kostyuchenkova O.N., Lyapeikov V.V., Lyapeikov L.V. Tekhnologiya i mashina dlya zashchity rastenii v trudnodostupnykh raionakh // Tekhnika budushchego: perspektivy razvitiya selskokhozyaistvennoi tekhniki». Symposium «Agrartechnik der Zukunft/Anforderungenan die Landtechnik». – Krasnodar: OOO «CLAAS», 2013. – S. 206-208. [in Russian]

[7] **Yskak, S.,** Agibaev A.Zh., Taranov B.T., Kalmakbaev T.Zh., Kambulin V.E. Rasprostranenie stadnykh saranchovykh i zashchitnye meropriyatiya protiv nikh v Kazakhstane / Izvestiya Natsionalnoi akademii nauk Respubliki Kazakhstan. – 2012. – № 5. – S. 11-20. [in Russian]

[8] **Kurishbaev, A.K.,** Azhbenov V.K. Preventivnyi podkhod v reshenii problemy nashestviya saranchi v Kazakhstane i prigranichnykh territoriyakh // Kazakhskii agrotekhnicheskii universitet im. S. Seifullina. Vestnik nauki. – № 1(76). – 2013. – S. 42-52. [in Russian]

[9] **Sergeev, M.G.,** Childebaev M.K., Vankova I.A., Gapparov F.A., Kambulin V.E., Kokanova E.O., Lachininskii A.V., Pshenitsyna L.B., Temreshev I.I., Chernyakhovskii M.E., Sobolev N.N. i Molodtsov V.V. 2022. Italyanskaya sarancha Calliptamus italicus (Linnaeus, 1758). Morfologiya, ekologiya, rasprostranenie, upravlenie populyatsiyami. Rim, FAO. https://doi.org/10.4060/cb7921ru [in Russian]

[10] **Azhbenov, V.K.,** Baibussenov K.S., Sarbaev A.T., Harizanova V.B. Preventive approach of phytosanitary control of locust pests in Kazakhstan and adjacentareas // Proceedings of Conference IICBE-2015. – Penang, Malaysia, 2015. – P. 33-37.

[11] **Baibussenov, K.,** Bekbaeva A., Azhbenov V., Sarbaev A. and Yatsyuk S. Investigation of Factors Influencing the Reproduction of Non-Gregarious Locust Pests in Northern Kazakhstan to Substantiate the Forecast of their Number and Planning of Protective Measures // OnLine Journal of Biological Sciences. – 2021. – Vol. 21 (1). – P. 144-153.

[12] **Azhbenov, V.K.,** Kostyuchenkov N.V., Sarbaev A.T., Baibussenov K.S., Suleimenova Z.Sh., Zagainov N.A. Italyanskaya sarancha (Calliptamus italicus L.) v Kazakhstane. – Astana, 2017. – 121 s. [in Russian]

[13] **Pianka, E.** Evolyutsionnaya ekologiya. – Moskva, 1981. – 400 s. [in Russian]

[14] **Gilyarov, A.M.** Populyatsionnaya ekologiya: Ucheb. posobie. – M.: MGU, 1990. – 191 s. [in Russian]

[15] **Xinru, Wan,** Marcel Holyoak, Chuan Yan, Yvon Le Maho, Rodolfo Dirzo, Charles J. Krebs, Nils Chr. Stenseth and Zhibin Zhang. Broad-scale climate variation drives the dynamics of animal populations: a global multi-taxa analysis. Biological Reviews (2022), Cambridge Philosophical Society, pp. 1-21.

[16] **G., Jiang,** T. Zhao, J. Liu, L. Xu, G. Yu, H. He, C.J. Krebs and Z. Zhang. Effects of ENSO-linked climate and vegetation on population dynamics of sympatric rodent species in semiarid grasslands of Inner Mongolia, China. Canadian Journal of Zoology (2011), https://doi.org/10.1139/z11-048.

[17] **Cheke, R.A.,** Young, S., Wang, X., Tratalos, J.A., Tang, S., Cressman, K. (2021). Evidence for a Causal Relationship between the Solar Cycle and Locust Abundance. Agronomy, 11, 69.

[18] **Wang, H.,** Zhang Z., Li D. Population dynamics of locusts in Xinjiang and possible connection with solar activity//Chinese Journal of Applied Entomology. 2012.

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ИТАЛЬЯНДЫҚ ШЕГІРТКЕНІҢ ЖАППАЙ КӨБЕЮІНІҢ КЕЗЕҢДІЛІГІ

Ниязбеков Ж.Б., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
Успанов А.М., биология ғылымдарының кандидаты
Динасилов А.С., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
Алиев О.Т., ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі
Рысбекова А.М.[*]**,** PhD
Башкараев Н.А., аға ғылыми қызметкер

«Ж.Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми- зерттеу институты» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан

Андатпа. Мақалада Қазақстандағы итальяндық шегірткенің (*Calliptamus italicus* L.) жаппай көбею динамикасына және оның популяциялары дамуының кезеңділігін анықтайтын факторларға көпжылдық талдау нәтижелері ұсынылған. 2000-2025 жылдар аралығындағы тарихи деректер, фитосанитарлық мониторинг материалдары, әдеби дереккөздер және күн белсенділігі туралы мәліметтер негізінде зиянкес санының жаппай көбеюі заңдылықтары зерттелді. Итальяндық шегірткенің (*Calliptamus italicus* L.) жаппай көбеюі айқын кезеңділік сипатқа ие екені және орта есеппен әрбір 10-12 жыл сайын қайталанатыны анықталды. Жоғары тығыздықтағы популяциялық ошақтардың қалыптасуы құрғақшылық жағдайлары, агроландшафттардың өзгеруі және жер пайдалану құрылымының трансформациясы сияқты климаттық, экологиялық және антропогендік факторлардың кешенді әсерімен байланысты екені көрсетілді. Итальяндық шегіртке дернәсілдерінің (*Calliptamus italicus* L.) таралу аумағы мен Вольф сандары арасында жоғары оң корреляциялық байланыс (r = 0,753) анықталды, бұл күн белсенділігі циклдерінің популяция динамикасына ықтимал әсерін көрсетеді. Сонымен қатар зиянкестің таралуы мен гидротермиялық коэффициент арасында айтарлықтай тәуелділік анықталған жоқ (r = 0,085).

Алынған нәтижелер климаттық және фитосанитарлық деректермен бірге күн белсенділігі көрсеткіштерін қолдану мониторинг жүйелерін жетілдіру, санының жаппай көбею ошақтарын болжаудың заманауи әдістерін пайдалану және Қазақстанның өзгермелі климаты мен агроландшафттарының трансформациясы жағдайында итальяндық шегірткеге қарсы ғылыми негізделген интеграцияланған күрес шараларын әзірлеу үшін перспективті екенін дәлелдейді.

Тірек сөздер: итальяндық шегіртке, жаппай көбею, күн белсенділігі, көбею кезеңділігі, сан динамикасы.

PERIODICITY OF ITALIAN LOCUST MASS OUTBREAKS IN KAZAKHSTAN

Niyazbekov Zh., candidate of agricultural sciences
Uspanov A., candidate of biological sciences
Dinassilov A., candidate of agricultural sciences
Aliyev O., master of agricultural sciences
Rysbekova A.[*]**,** PhD
Bashkarayev N., senior researcher

LLC «Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembayev», Almaty, Kazakhstan

Annotation. This study presents the results of a long-term analysis of the population dynamics of the Italian locust (*Calliptamus italicus* L.) in Kazakhstan and the key factors determining the cyclicity of its mass outbreaks. Historical records, phytosanitary monitoring data, published literature, and solar activity indices for the period 2000-2025 were analyzed to identify patterns in the occurrence of population outbreaks. The findings demonstrate that mass outbreaks of the Italian locust (*Calliptamus italicus* L.)

exhibit a pronounced cyclical pattern, recurring on average every 10-12 years. The development of high-density populations is driven by the combined influence of climatic, ecological, and anthropogenic factors, including prolonged drought conditions, transformation of agricultural landscapes, and changes in land-use structure. A strong positive correlation was identified between the area infested by Italian locust nymphs (*Calliptamus italicus* L.) and the Wolf sunspot numbers (r = 0.753), suggesting a potential influence of solar activity cycles on population dynamics. In contrast, no significant relationship was found between locust distribution and the hydrothermal coefficient (r = 0.085).

The obtained results highlight the potential of incorporating solar activity indicators together with climatic and phytosanitary data to improve monitoring systems, enhance the accuracy of forecasting mass outbreaks, and support the development of scientifically based integrated management strategies for the Italian locust under conditions of climate change and ongoing transformation of agricultural landscapes in Kazakhstan.

Keywords: Italian locust, mass outbreaks, solar activity, outbreak periodicity, population dynamics.

МРНТИ 68.37.31 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.366

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ЖЕЛТОЙ РЖАВЧИНЫ ПШЕНИЦЫ В ТУРКЕСТАНСКОЙ, ЖАМБЫЛСКОЙ И АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТЯХ КАЗАХСТАНА В 2006–2025 ГГ.

Султанова Н.Ж.[1], кандидат сельскохозяйственных наук
nsultanova2022@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-9538-3512
Абишева Г.[2,3*], докторант 3 курса 8D08104 – «Защита и карантин растений», научный сотруник
gulzadaabish@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-9493-3121
Успанов А.М.[1], кандидат биологических наук
alibekuspanov2@gmail.com; https://orcid.org/0000-0001-7122-8596
Копирова Г.И.[1], научный сотрудник
gkopirova@mail.ru; https://orcid.org/0000-0002-5523-9460

[1] ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений им. Ж.Жиембаева», г.Алматы, Казахстан
[2] Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г.Алматы, Казахстан
[3] ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», г.Алматы, Казахстан

Аннотация. Желтая ржавчина пшеницы (*Puccinia striiformis* f. sp. tritici) относится к числу наиболее вредоносных заболеваний зерновых культур, способных существенно снижать урожайность и качество зерна. Многолетний анализ динамики распространения и развития заболевания имеет важное значение для оценки фитосанитарной ситуации, совершенствования системы мониторинга и планирования защитных мероприятий. Целью настоящего исследования являлось обобщение результатов фитосанитарного мониторинга желтой ржавчины озимой пшеницы в Туркестанской, Жамбылской и Алматинской областях Казахстана за период 2006-2025 гг. Исследование основано на материалах многолетнего фитосанитарного мониторинга посевов озимой пшеницы. Проведен анализ площади пораженных посевов, распространенности и степени развития болезни в различные годы наблюдений с учетом особенностей погодных условий.

Установлено, что развитие желтой ржавчины характеризовалось выраженной межгодовой изменчивостью. Максимальное распространение заболевания отмечалось в годы с влажной весной и благоприятными условиями для развития патогена, тогда как в засушливые годы наблюдалось существенное снижение распространенности и степени развития болезни. Наибольшая площадь пораженных посевов зарегистрирована в 2016 г. и составила 25,6 тыс. га. В последние годы отмечена тенденция к снижению площади пораженных посевов и интенсивности развития заболевания.

Полученные результаты характеризуют многолетнюю динамику развития желтой ржавчины в основных районах возделывания озимой пшеницы Казахстана и могут быть использованы при совершенствовании фитосанитарного мониторинга, прогнозировании эпифитотий и планировании защитных мероприятий.

Ключевые слова: желтая ржавчина; *Puccinia striiformis* f. sp. tritici; озимая пшеница; фитосанитарный мониторинг; распространенность; развитие болезни; Казахстан.

Введение. Пшеница (*Triticum aestivum* L.) является одной из важнейших продовольственных культур мира, обеспечивающей значительную долю глобального производства зерна и продовольственной безопасности [1, 2, 3]. В условиях изменения климата стабильность производства пшеницы все в большей степени определяется воздействием комплекса биотических стрессов, среди которых особую опасность представляют ржавчинные болезни. Потери урожая вследствие развития листовых заболеваний могут достигать экономически значимых величин, снижая продуктивность посевов, качество зерна и эффективность селекционных программ, направленных на повышение урожайности. При этом устойчивость к болезням рассматривается как один из ключевых факторов обеспечения стабильной урожайности современных сортов пшеницы [4, 5].

Желтая (полосатая) ржавчина, вызываемая грибом Puccinia striiformis f. sp. tritici (Pst), относится к числу наиболее вредоносных заболеваний пшеницы во многих регионах мира [4,

2, 6]. Возбудитель способен быстро распространяться на большие расстояния воздушными потоками, формировать новые вирулентные расы и вызывать эпифитотии при сочетании умеренных температур и высокой влажности воздуха [5, 6, 8, 9]. Заболевание приводит к преждевременному отмиранию листьев, снижению фотосинтетической активности растений, ухудшению налива зерна и существенным потерям урожая [2]. В последние годы желтая ржавчина рассматривается как одна из основных угроз устойчивому производству пшеницы, что обусловлено изменчивостью популяций патогена, расширением ареала распространения и влиянием климатических изменений на развитие болезни [9, 15, 16].

Развитие эпифитотий желтой ржавчины определяется сложным взаимодействием между восприимчивостью сорта, генетической структурой популяции патогена и условиями окружающей среды. Наиболее благоприятными для инфицирования являются температуры около 8–15 °C, продолжительное увлажнение листовой поверхности и высокая относительная влажность воздуха [12]. Поэтому интенсивность развития заболевания существенно варьирует по годам и регионам, отражая влияние погодных условий в период вегетации. В связи с этим долгосрочные наблюдения имеют принципиальное значение для оценки фитосанитарной ситуации и прогнозирования риска возникновения эпифитотий. Современные исследования подчеркивают необходимость интеграции многолетнего мониторинга с метеорологическими данными, дистанционным зондированием и цифровыми системами раннего предупреждения заболеваний [6, 11, 16].

Для Казахстана проблема желтой ржавчины имеет особую актуальность. Южные и юго-восточные регионы страны, прежде всего Туркестанская, Жамбылская и Алматинская области, характеризуются сочетанием климатических условий, благоприятных для возделывания озимой пшеницы и одновременно для развития P. striiformis f. sp. tritici. Исследования последних лет показали, что популяции возбудителей ржавчинных болезней в Казахстане отличаются высокой изменчивостью, а устойчивость современных сортов определяется сочетанием нескольких генов устойчивости (Yr5, Yr10, Yr15, Yr18, Yr17/Lr37/Sr38 и др.). Использование молекулярных маркеров позволило выявить перспективные источники устойчивости к болезням пшеницы, однако высокая эволюционная изменчивость патогенов требует непрерывного мониторинга и сочетания генетической устойчивости с интегрированными мерами защиты [1, 2 ,12, 13].

Несмотря на наличие отдельных публикаций, посвященных генетике устойчивости, селекции и технологиям защиты пшеницы, сведения о многолетней динамике распространения желтой ржавчины в Казахстане остаются ограниченными и носят преимущественно локальный характер. Между тем именно длительные ряды фитосанитарных наблюдений позволяют объективно оценить изменения эпифитотической ситуации, выявить цикличность развития заболевания, определить периоды повышенного фитосанитарного риска и сформировать научную основу для совершенствования систем мониторинга, прогнозирования и принятия решений по защите посевов.

Целью настоящего исследования являлось обобщение результатов многолетнего фитосанитарного мониторинга желтой ржавчины озимой пшеницы в Туркестанской, Жамбылской и Алматинской областях Казахстана за период 2006-2025 гг., выявление основных закономерностей пространственно-временной динамики заболевания и оценка многолетних тенденций его распространения как основы для совершенствования системы фитосанитарного мониторинга и управления рисками развития эпифитотий.

Материалы и методы исследования. Исследование выполнено на основе результатов многолетнего фитосанитарного мониторинга желтой ржавчины озимой пшеницы (*Puccinia striiformis* f. sp. tritici), проводившегося в Туркестанской, Жамбылской и Алматинской областях Казахстана в течение 2006-2025 гг. Выбор указанных регионов обусловлен их ведущей ролью в производстве озимой пшеницы и благоприятными климатическими условиями для развития желтой ржавчины, что неоднократно отмечалось в исследованиях по Казахстану [1, 2].

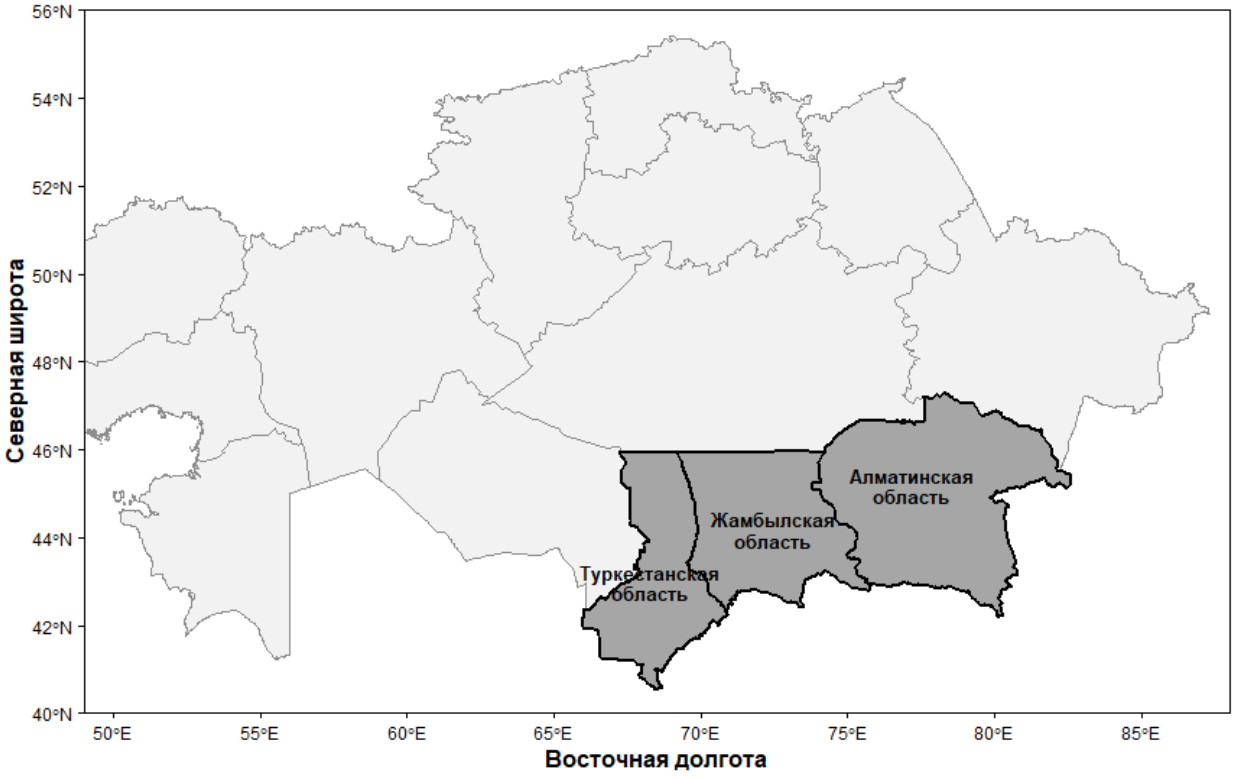


Рисунок 1 – Географическое расположение Туркестанской, Жамбылской и Алматинской областей, охваченных фитосанитарным мониторингом желтой ржавчины озимой пшеницы в 2006–2025 гг.



Рисунок 2 – Проведение фитосанитарного мониторинга на посевах озимой пшеницы, 2025 г.

Ежегодные обследования посевов проводили в период вегетации озимой пшеницы по общепринятым методикам фитопатологических обследований зерновых культур. Диагностику заболевания осуществляли по характерным симптомам поражения листьев и листовых влагалищ с последующей идентификацией возбудителя по морфологическим признакам. Такой подход соответствует современным принципам фитосанитарного мониторинга, согласно которым визуальная диагностика при полевых обследованиях является основой оценки распространения ржавчинных болезней, а многолетние наблюдения позволяют объективно оценивать эпифитотическую ситуацию [8, 11].

В качестве исходного материала использовали ежегодные данные о площади заражения посевов (га), распространенности заболевания (%) и степени развития болезни (%), а также сведения о погодных условиях вегетационного периода. Распространенность болезни определяли как процент пораженных растений от общего количества обследованных

растений:

$$P = (n / N) \times 100 \quad (1)$$

где, P – распространенность болезни, %; n – число пораженных растений; N – общее число обследованных растений.

Степень развития болезни рассчитывали по общепринятой формуле:

$$R = [\Sigma(a \times b) / (N \times K)] \times 100 \quad (2)$$

где, R – развитие болезни, %; a – число растений с определенным баллом поражения; b – соответствующий балл поражения; N – количество обследованных растений; K – максимальный балл используемой шкалы оценки.

Все данные за двадцатилетний период были систематизированы в единую электронную базу данных. Для каждого года определяли площадь распространения заболевания, распространенность и степень развития желтой ржавчины. Для характеристики многолетней динамики рассчитывали минимальные, максимальные, средние значения показателей и анализировали их изменение во времени. Полученные результаты интерпретировали с учетом погодных условий соответствующих лет, поскольку температурный режим и влажность существенно влияют на развитие ржавчинных болезней пшеницы [9, 14].

Статистическую обработку данных выполняли в программной среде R (version 4.5.0). Для описания многолетней динамики использовали методы описательной статистики с расчетом средних значений [15, 16 ,17], а также графическую визуализацию временных рядов, что соответствует современным подходам к анализу фитосанитарного мониторинга и цифровой оценке динамики болезней растений [4, 11].

Результаты исследований. Анализ многолетних наблюдений показал, что развитие желтой ржавчины озимой пшеницы в Туркестанской, Жамбылской и Алматинской областях Казахстана характеризовалось выраженной межгодовой изменчивостью (таблица 1). За период исследований площадь пораженных посевов изменялась от 0,54 до 25,6 тыс. га, распространенность заболевания составляла от 0–1 до 30 %, а степень развития болезни достигала 20 %.

Наиболее благоприятные условия для развития патогена складывались в годы с умеренно влажной весной, тогда как засушливые условия сопровождались существенным снижением распространенности заболевания. В 2011-2014 гг. отмечалось постепенное снижение распространенности болезни. В этот период преобладали засушливые погодные условия, ограничивавшие развитие возбудителя. Минимальные показатели зарегистрированы в 2014 г., когда площадь заражения составила 2,5 тыс. га. Наиболее интенсивное развитие заболевания за весь период наблюдений отмечено в 2016 г. Площадь заражения достигла 25,6 тыс. га, распространенность болезни составила до 30 %, а степень развития достигала 20 %. Этот год характеризовался наиболее благоприятными условиями для развития патогена.

В 2006–2010 гг. желтая ржавчина ежегодно развивалась на значительных площадях. Максимальные показатели были зарегистрированы в 2006 и 2009 гг., когда площадь пораженных посевов превышала 17 тыс. га, а распространенность болезни достигала 30 %. В последующие годы (2011-2014 гг.) наблюдалось постепенное снижение всех фитосанитарных показателей, что совпадало с преобладанием засушливых погодных условий (рисунок 3).

Наиболее интенсивное развитие заболевания за весь период наблюдений отмечено в 2016 г. Площадь пораженных посевов достигла 25,6 тыс. га, распространенность болезни составляла до 30 %, а степень развития достигала 20 %, что свидетельствует об эпифитотийном характере развития желтой ржавчины в данный год.

После 2016 г. отмечалась устойчивая тенденция к снижению распространенности заболевания. В 2018–2025 гг. площадь пораженных посевов в большинстве случаев не превышала 6 тыс. га, а развитие болезни характеризовалось преимущественно низким уровнем. Минимальные значения зарегистрированы в 2025 г., когда площадь поражения составила около 1 тыс. га, распространенность болезни не превышала 1 %, а степень развития была менее 2 %.

Таблица 1 – Многолетняя динамика распространения и развития желтой ржавчины озимой пшеницы в Туркестанской, Жамбылской и Алматинской областях Казахстана (2006–2025 гг.)

Год	Площадь пораженных посевов, тыс. га	Распространенность, %	Степень развития болезни, %	Среднегодовая температура воздуха, °С	Погодные условия
2006	17,3	≤30	≤20	13,0	Умеренно влажная весна
2007	12,0	20–30	15–20	13,2	Благоприятные условия
2008	5,4	15	10	13,5	Засушливый май
2009	18,0	25–30	10–15	13,0	Влажная весна
2010	15,1	20	10	13,7	Благоприятные условия
2011	8,5	15	5	13,4	Умеренно сухой год
2012	6,2	≤10	≤5	13,8	Засушливый год
2013	3,0	≤5	≤3	14,0	Очень сухой год
2014	2,5	≤5	≤2	14,1	Засушливый год
2015	10,0	15–20	10	13,1	Умеренно влажный год
2016	25,6	≤30	≤20	13,0	Влажный год
2017	12,3	20	15	13,2	Средняя влажность
2018	0,54	<5	<3	13,6	Сухой год
2019	1,0	<10	<5	13,7	Засушливый год
2020	2,0	≤10	≤5	14,0	Засушливая весна
2021	4,5	≤15	≤10	13,2	Умеренно влажный год
2022	3,2	≤10	≤5	13,8	Засушливый год
2023	6,1	10–15	≤7	13,1	Периоды повышенной влажности весной
2024	5,0	≤10	≤5	13,5	Умеренно сухие условия
2025	1,0	0–1	≤2	14,2	Сухой год

Таким образом, многолетние наблюдения свидетельствуют о выраженной цикличности развития желтой ржавчины на посевах озимой пшеницы и значительной зависимости фитосанитарной ситуации от погодных условий отдельных лет.

Обсуждение. Результаты двадцатилетнего фитосанитарного мониторинга свидетельствуют о том, что развитие желтой ржавчины озимой пшеницы в южных и юго-восточных регионах Казахстана характеризуется выраженной межгодовой изменчивостью. На протяжении периода наблюдений интенсивность заболевания существенно варьировала, что подтверждает высокую зависимость эпифитотического процесса от комплекса погодно-климатических факторов. Аналогичные закономерности отмечены в исследованиях ржавчинных болезней пшеницы, где температурный режим, осадки и условия увлажнения рассматриваются как важные факторы, определяющие развитие инфекции [9, 14].

Полученные результаты подтверждают, что наиболее интенсивное развитие болезни наблюдается в годы с благоприятными для патогена гидротермическими условиями.

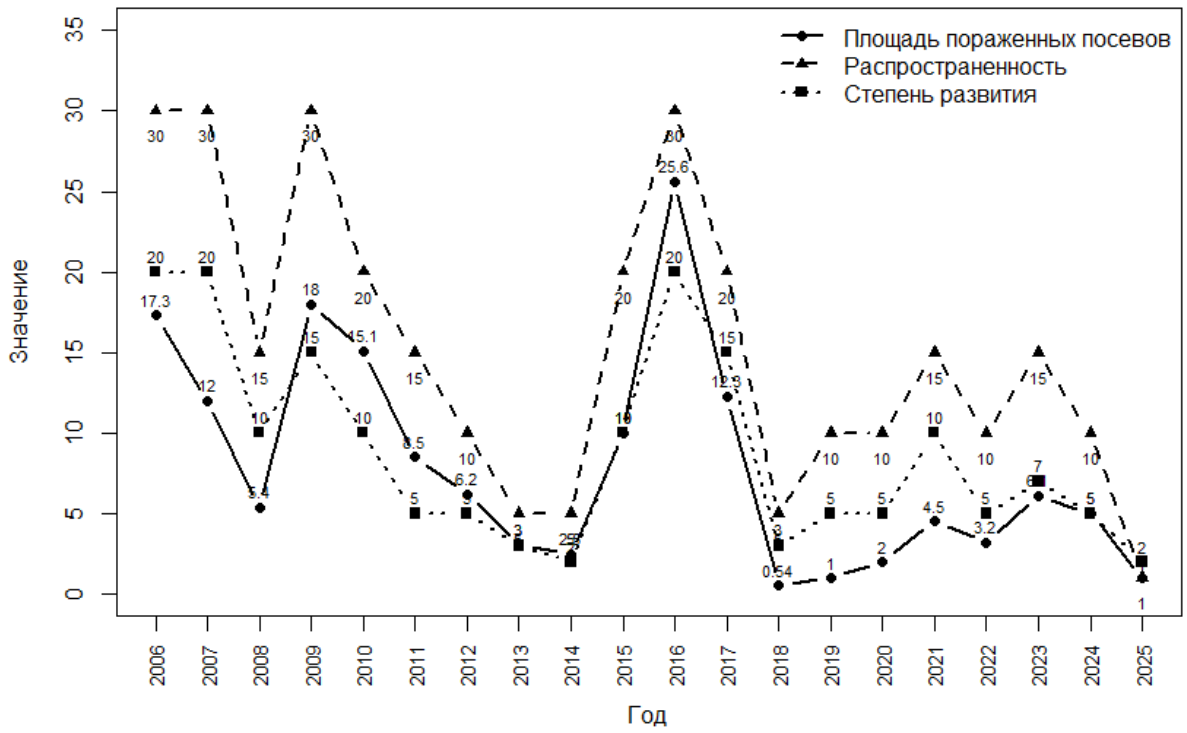


Рисунок 3 – Многолетняя динамика площади пораженных посевов, распространенности и степени развития желтой ржавчины озимой пшеницы в Туркестанской, Жамбылской и Алматинской областях Казахстана в 2006–2025 гг.

Максимальная площадь заражения, зарегистрированная в 2016 г. (25,6 тыс. га), вероятно, обусловлена сочетанием умеренных температур и достаточного количества осадков в критические фазы развития культуры. Влияние погодных условий на развитие ржавчинных болезней подтверждается данными других исследований [9, 10], а использование метеороло-гической и дистанционной информации рассматривается как перспективное направление совершенствования мониторинга и прогнозирования болезней растений [1, 2, 11].

Вместе с тем снижение площади распространения заболевания в последние годы не следует рассматривать исключительно как следствие менее благоприятных погодных условий. Вероятно, этому способствовало комплексное воздействие нескольких факторов, включая расширение использования устойчивых сортов, совершенствование технологий защиты растений и повышение эффективности фитосанитарного мониторинга. Исследования, выполненные в Казахстане, показали наличие в современных сортах и селекционных линиях эффективных генов устойчивости (Yr5, Yr10, Yr15, Yr18 и др.), способных существенно ограничивать развитие желтой ржавчины [5, 13, 14]. В полевых условиях Казахстана также подтверждена эффективность сочетания генетической устойчивости с фунгицидной защитой против листовых болезней пшеницы [16].

Несмотря на выявленную тенденцию к снижению пораженности посевов, результаты исследования не свидетельствуют об исчезновении фитосанитарной угрозы. Расово-специфическая устойчивость может преодолеваться новыми вирулентными расами, тогда как сочетание нескольких генов и количественной устойчивости повышает долговечность защиты [18]. В связи с этим долговременная эффективность защиты растений должна основываться на сочетании устойчивых генотипов, регулярного мониторинга популяций возбудителя и своевременного применения интегрированных мер защиты, включая рациональное использование фунгицидов [6, 8, 18].

Полученные многолетние данные имеют практическое значение для совершенствования системы фитосанитарного мониторинга в Казахстане. Формирование

длительных временных рядов позволяет выявлять закономерности развития заболевания, оценивать влияние климатических изменений на динамику эпифитотий и использовать накопленную информацию при разработке моделей прогнозирования и цифровых систем раннего предупреждения, основанных на использовании метеорологических данных, дистанционного мониторинга и технологий искусственного интеллекта [8, 10].**Выводы.** За период 2006–2025 гг. развитие желтой ржавчины озимой пшеницы в Туркестанской, Жамбылской и Алматинской областях Казахстана характеризовалось значительной межгодовой изменчивостью, обусловленной прежде всего различиями погодных условий вегетационного периода. Максимальные показатели распространения и развития заболевания отмечались в годы с благоприятными для патогена гидротермичес-кими условиями, тогда как в засушливые годы интенсивность эпифитотического процесса существенно снижалась. Наиболее неблагоприятная фитосанитарная ситуация была зарегистрирована в 2016 г., когда площадь распространения желтой ржавчины достигла 25,6 тыс. га, что свидетельствует о высокой эпифитотической опасности заболевания в отдельные годы. В последние годы отмечена тенденция к снижению площади распространения и степени развития желтой ржавчины, что может быть связано с совокупным влиянием погодных факторов, использованием более устойчивых сортов и совершенствованием технологий защиты растений. Полученные результаты представляют собой двадцатилетний ряд фитосанитарных наблюдений и могут служить научной основой для совершенствования системы мониторинга, разработки методов прогнозирования эпифитотий и принятия обоснованных решений по защите озимой пшеницы в южных регионах Казахстана.

Финансирование. Работа выполнена в рамках программно-целевого финанси-рования (ПЦФ) Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан на 2024-2026 годы по бюджетной программе 267 BR22885887" Усовершенствование и внедрение системы управления вредными организмами".

Литературы:

[1] **Kokhmetova A**., Bolatbekova A., Zeleneva Y., Malysheva A., Bastaubayeva S., Bakhytuly K., Dutbayev Y., Tsygankov V. Identification of Wheat *Septoria tritici* Resistance Genes in Wheat Germplasm Using Molecular Markers // Plants. – 2024. – Vol. 13, No. 8. – Article 1113. – DOI: https://doi.org/10.3390/plants13081113.

[2] **Rsaliyev S**., Gultyaeva E., Baranova O., Kokhmetova A., Urazaliev R., Shaydayuk E., Abdikadyrova A., Abugali G. Characterizing the Genetic Basis of Winter Wheat Rust Resistance in Southern Kazakhstan // Plants. – 2025. – Vol. 14, No. 7. – Article 1146. – DOI: 10.3390/plants14071146.

[3] **Zhan G**., Ji F., Zhao J., Liu Y., Zhou A., Xia M., Zhang J., Huang L., Guo J., Kang Z. Sensitivity and Resistance Risk Assessment of *Puccinia striiformis f. sp. tritici* to Triadimefon in China // Plant Disease. – 2022. – Vol. 106, No. 6. – P. 1690–1699. – DOI: https://doi.org/10.1094/PDIS-10-21-2168-RE

[4] **Derbyshire M.C.,** Newman T.E., Thomas W.J.W., Batley J., Edwards D. The complex relationship between disease resistance and yield in crops // Plant Biotechnology Journal. – 2024. – Vol. 22, No. 9. – P. 2612–2623. – DOI: https://doi.org/10.1111/pbi.14373

[5] **Laidig F**., Feike T., Hadasch S., Rentel D., Klocke B., Miedaner T., Piepho H.P. Breeding progress of disease resistance and impact of disease severity under natural infections in winter wheat variety trials // Theoretical and Applied Genetics. – 2021. – Vol. 134, No. 5. – P. 1281–1302. – DOI: https://doi.org/10.1007/s00122-020-03728-4.

[6] **Sandhu K.S.,** Singh D., Belayineh F.Y., Negash T., Khan H., Bhardwaj S.C., Baidya S., Thapa D.B., Fayyaz M., Asad S., Randhawa M.S., Park R.F. Identification of synthetic wheat lines with broadly effective stripe rust resistance // Australasian Plant Pathology. – 2024. – Vol. 53, No. 3. – P. 221–238. – DOI: 10.1007/s13313-024-00971-x.

[7] **De Mattos J.V.,** Domingues R., Pereira A.B. Impact of Fungicide Spray Timings on Foliar Diseases Control in Wheat Cultivars // Agricultural Sciences. – 2023. – Vol. 14, No. 6. – P. 725–738. – DOI: https://doi.org/10.4236/as.2023.146048

[8] **Wang F**., Zhang M., Hu Y., Gan M., Jiang B., Hao M., Ning S., Yuan Z., Chen X., Chen X., Zhang L., Wu B., Liu D., Huang L. Pyramiding of Adult-Plant Resistance Genes Enhances All-Stage

Resistance to Wheat Stripe Rust // Plant Disease. – 2023. – Vol. 107, No. 3. – P. 879–885. – DOI: 10.1094/PDIS-07-22-1716-RE.

[9] **Martínez-Moreno F.,** Giraldo P., Nieto C., Ruiz M. Resistance to Leaf and Yellow Rust in a Collection of Spanish Bread Wheat Landraces and Association with Ecogeographical Variables // Agronomy. – 2022. – Vol. 12, No. 1. – Article 187. – DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy12010187

[10] **Islam Md.M**., Adil M.A.A., Talukder Md.A., Ahamed Md.K.U., Uddin M.A., Hasan Md.K., Sharmin S., Rahman Md.M., Debnath S.K. DeepCrop: Deep learning-based crop disease prediction with web application // Journal of Agriculture and Food Research. – 2023. – Vol. 14. – Article 100764. – DOI: 10.1016/j.jafr.2023.100764.

[11] **Malakhov D.V**. The Septoria leaf blotch of wheat in Central Kazakhstan: prognosis, evaluation and monitoring with remotely sensed data // Journal of Applied Science and Technology Trends. – 2022. – Vol. 3, No. 2. – P. 64–73. – DOI: https://doi.org/10.38094/jastt302173

[12] **Kokhmetova A.,** Rsaliyev A., Malysheva A., Atishova M., Kumarbayeva M., Keishilov Z. Identification of Stripe Rust Resistance Genes in Common Wheat Cultivars and Breeding Lines from Kazakhstan // Plants. – 2021. – Vol. 10, No. 11. – Article 2303. – DOI: https://doi.org/10.3390/plants10112303.

[13] **Sultanova N**., Dutbayev Y., Abisheva G., Kokhmetova A., Bolatbekova A., Khidirov K., Yesserkenov A., Kharipzhanova A., Tsygankov V., Bakhytuly K., Keishilov Z., Nurzhuma M., Kumarbayeva M. Integrated Management and Fungicide Efficacy of Foliar Diseases in Spring Wheat in Kazakhstan // OnLine Journal of Biological Sciences. – 2026. – Vol. 26, No. 2. – Article 046. – DOI: https://doi.org/10.3844/ojbsci.2026.26.02.046

[14] **Hassan A.,** Akram M.U., Hussain M.A., Bashir M.A., Mostafa Y.S., Alamri S.A.M., Hashem M. Screening of different wheat genotypes against leaf rust and role of environmental factors affecting disease development // Journal of King Saud University – Science. – 2022. – Vol. 34, No. 4. – Article 101991. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.101991

[15] **Aphalo, P.J.** OpenIntro Statistics, 3ed by David M. Diez, Christopher D. Barr and Mine Çetinkaya-Rundel // UV4Plants Bulletin. – 2017. – Vol. 2016, No. 2. – P. 51–53. – https://doi.org/10.19232/uv4pb.2016.2.90

[16] **Dutbayev Y.,** Kuldybayev N., Daugaliyeva S., Ismailova E., Sultanova N., Özer G., Slyamova A., Mukin K., Dababat A., Yessimbekova M. Occurrence of Spot Blotch in Spring Barley Caused by *Bipolaris sorokiniana* Shoem. in South-Eastern Kazakhstan // The Scientific World Journal. – 2022. – Vol. 2022. – Article 3602996. – 8 p. – DOI: https://doi.org/10.1155/2022/3602996

[17] **Kharipzhanova A**., Dutbayev Y., Erginbas-Orakci G., Dababat A.A., Korkulu Ş.G., Aydın S., Paulitz T., Özer G., Bozoğlu T., Zholdoshbekova S., Sultanova N., Kokhmetova A. Identification and management of *Bipolaris sorokiniana* in wheat and barley in Southeast Kazakhstan // Brazilian Journal of Biology. – 2024. – Vol. 84. – Article e288758. – DOI: https://doi.org/10.1590/1519-6984.288758.

[18] **Michel S., Löschenberger** F., Ametz C., Bürstmayr H. Toward combining qualitative race-specific and quantitative race-nonspecific disease resistance by genomic selection // Theoretical and Applied Genetics. – 2023. – Vol. 136, No. 4. – Article 79. – DOI: 10.1007/s00122-023-04312-2

2006-2025 ЖЫЛДАРЫ ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТҮРКІСТАН, ЖАМБЫЛ ЖӘНЕ АЛМАТЫ ОБЛЫСТАРЫНДА БИДАЙДЫҢ САРЫ ТАТЫНЫҢ ТАРАЛУЫ МЕН ДАМУЫНЫҢ КӨПЖЫЛДЫҚ ДИНАМИКАСЫ

Султанова Н.Ж.[1], ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
Абишева Г.[2,3]*, 8D08104 – «Өсімдіктерді қорғау және карантин» мамандығының 3-курс докторанты, ғылыми қызметкер
Успанов А.М.[1], биология ғылымдарының кандидаты
Копирова Г.И.[1], ғылыми қызметкер

[1] «Ж. Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан
[2] Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан
[3] «Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. *Puccinia striiformis* f. sp. tritici саңырауқұлағы қоздыратын бидайдың сары таты дәнді дақылдардың өнімділігі мен астық сапасын едәуір төмендетуге қабілетті аса зиянды аурулардың бірі болып табылады. Аурудың таралуы мен дамуының көпжылдық динамикасын талдау фитосанитариялық жағдайды бағалау, мониторинг жүйесін жетілдіру және қорғау іс-шараларын жоспарлау үшін маңызды. Осы зерттеудің мақсаты 2006–2025 жылдар аралығында Қазақстанның Түркістан, Жамбыл және Алматы облыстарындағы күздік бидай егістіктерінде сары тат бойынша жүргізілген фитосанитариялық мониторинг нәтижелерін жинақтау болды. Зерттеу күздік бидай егістіктерін көпжылдық фитосанитариялық тексеру материалдары негізінде жүргізілді. Бақылау жылдарындағы ауа райы жағдайларының ерекшеліктерін ескере отырып, ауру таралған егіс алқабының көлемі, аурудың таралуы және даму дәрежесі талданды. Сары таттың дамуы жылдар бойынша айқын өзгергіштікпен сипатталатыны анықталды. Аурудың ең қарқынды таралуы көктемгі кезеңде ылғалды ауа райы қалыптасып, патогеннің дамуына қолайлы жағдайлар болған жылдары байқалды. Ал құрғақшылық жылдары аурудың таралуы мен даму дәрежесі айтарлықтай төмендеді. Залалданған егістіктердің ең үлкен ауданы 2016 жылы тіркеліп, 25,6 мың га құрады. Соңғы жылдары ауруға шалдыққан егіс көлемінің және аурудың даму қарқындылығының төмендеу үрдісі анықталды. Алынған нәтижелер Қазақстанның күздік бидай өсірілетін негізгі өңірлеріндегі сары таттың көпжылдық динамикасын сипаттайды және фитосанитариялық мониторингті жетілдіру, эпифитотияларды болжау және қорғау іс-шараларын жоспарлау кезінде пайдаланылуы мүмкін.

Тірек сөздер: сары тат; *Puccinia striiformis* f. sp. tritici; күздік бидай; фитосанитариялық мониторинг; аурудың таралуы; аурудың даму дәрежесі; Қазақстан.

LONG-TERM DYNAMICS OF THE SPREAD AND DEVELOPMENT OF WHEAT YELLOW RUST IN THE TURKESTAN, ZHAMBYL, AND ALMATY REGIONS OF KAZAKHSTAN IN 2006-2025

Sultanova N.Zh.[1], Candidate of Agricultural Sciences
Abisheva G.[2,3]*, 3rd-year PhD student, 8D08104 – "Plant Protection and Quarantine", Researcher
Uspanov A.M.[1], Candidate of Biological Sciences
Kopirova G.I.[1], Researcher

[1] *Zh. Zhiembayev Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine LLP, Almaty, Kazakhstan*
[2] *Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan*
[3] *Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing LLP, Almaty, Kazakhstan*

Annotation. Wheat stripe rust, caused by *Puccinia striiformis* f. sp. tritici, is one of the most destructive diseases of cereal crops and can substantially reduce both grain yield and quality. Long-term analysis of disease occurrence and development is essential for assessing the phytosanitary situation, improving monitoring systems, and planning effective disease management measures. This study aimed to summarize the results of phytosanitary monitoring of stripe rust in winter wheat crops in the Turkestan, Zhambyl, and Almaty regions of Kazakhstan over the period 2006–2025. The study was based on data obtained from long-term phytosanitary surveys of winter wheat fields. The area of affected crops, disease prevalence, and disease severity were analyzed across different years, taking into account variations in weather conditions. The results demonstrated pronounced interannual variability in stripe rust development. The most extensive disease outbreaks occurred in years characterized by wet spring conditions that favored pathogen development, whereas dry years were associated with substantial reductions in disease prevalence and severity. The largest affected area was recorded in 2016 and reached 25.6 thousand ha. In recent years, a declining trend has been observed in both the area of affected crops and the intensity of disease development. The findings characterize the long-term dynamics of stripe rust in the major winter wheat-growing regions of Kazakhstan and may contribute to improving phytosanitary monitoring, forecasting disease epidemics, and planning plant protection measures.

Keywords: stripe rust; Puccinia striiformis f. sp. tritici; winter wheat; phytosanitary monitoring; disease prevalence; disease severity; Kazakhstan.

IRSTI 34.33.19:29.31.27:28.23.15 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.367

SPECTRAL FEATURES OF THE MAIN SPRING WHEAT PESTS (*EURYGASTER INTEGRICEPS* AND *AELIA ACUMINATA*) IN MACHINE RECOGNITION

Ualiyeva R.M., PhD, Associate Professor
ualiyeva.r@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-3551-5007
Osipova A.V., Master's student 2rd year 7M05201 Ecology
aanastasiyaaa@internet.ru, https://orcid.org/0000-0002-3947-5252
Kaverina M.M.*, Master in Natural Sciences
k.ma96@mail.ru , https://orcid.org/0000-0002-3838-7656
Uakhitov Zh.Zh., Candidate of Agricultural Sciences
zhassan-kozgan@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-7090-7834
Zhumadilov B.Z., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
zhumadilov_bulat@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-3251-6429

Toraighyrov University, Pavlodar, Kazakhstan

Annotation. For the first time, the article presents the spectral characteristics of the entomofauna of Kazakhstan, using the wheat pests *Eurygaster integriceps* and *Aelia acuminata* as examples. Spectral analysis revealed how insects reflect and absorb light. Patterns in the formation of spectral curves and key factors associated with morphological features, pigmentation, and exoskeleton structure were identified. Differences in spectral intensity are attributed to variations in melanin and chitin content among different parts of the insects and between different insect species. It is shown that in the 550 nm range, reflectance is determined by pigment composition, while in the 700-750 nm region, it is determined by the structural components of the integument; at the same time, the reflectance coefficients of *Aelia acuminata* are higher than those of *Eurygaster integriceps*. Based on spectral and morphological characteristics, a classification model was developed using the Random Forest algorithm, achieving an identification accuracy of 89 %. The results obtained expand the understanding of the ultrastructure of the insect exoskeleton and demonstrate the potential of using hyperspectral imaging in agriculture for monitoring cereal crop pests. Furthermore, the generated spectral profiles can serve as references for the creation of regional spectral libraries of insects. The study opens up new opportunities for implementing sustainable practices in the agro-industrial sector.

Keywords: hyperspectral imaging, spectral characteristics, wheat pests, entomofauna of Kazakhstan, remote sensing.

Introduction. Hyperspectral imaging is a remote sensing data processing technique that expands and refines the capabilities of multispectral image analysis [1]. This technology effectively differentiates between plant diseases and pests, ensuring agricultural product quality and reducing crop losses [2]. Hyperspectral imaging enables the identification of similar insect species and field surveys to detect crops infested with harmful insects. Near-infrared hyperspectral imaging (NIR-HSI) is an effective method for detecting Tetramorium caespitum and *Tetramorium impurum* [3], *Halyomorpha halys* [4], *Tetranychus urticae* [5], *Oulema melanopus* [6], the brown marmorated stink bug [7], and *Phenacoccus solenopsis* [8]. Hyperspectral imaging allows for the detection of pest damage in soybeans [9], rice [10], mangoes [11], and sweet peppers even before visually noticeable signs appear [12], for automatic pest recognition based on neural networks [13], and for identifying damage to mangrove leaves [14]. The use of UAVs enhances the efficiency of this technology for field monitoring [15] [16] [17]. Thus, hyperspectral imaging technology can increase the economic efficiency of the agricultural sector. To implement hyperspectral imaging in agriculture for pest identification or damage assessment, more data are needed on the spectral characteristics of the entomofauna and the potential applications of this technology under the agricultural conditions of Kazakhstan. The identification and classification of insects require an analysis of their spectra, which reveal unique optical properties – such as reflectance or absorption of light at specific wavelengths – enabling accurate differentiation even between similar species.

Therefore, our goal was to study the spectral characteristics of spring wheat pests in

northeastern Kazakhstan using hyperspectral imaging for their identification and the assessment of crop infestation. Samples of *Eurygaster integriceps* and *Aelia acuminata* were selected for the study, as they cause significant economic damage by reducing cereal yields and deteriorating grain quality.

Materials and methods of research. The collection of phytophagous insects was carried out during the summer months of 2025 in the northeastern region of Kazakhstan (Pavlodar region). The primary objects of the study were *Eurygaster integriceps* and *Aelia acuminata*, which pose a significant threat to spring wheat crops. The body of an adult *Eurygaster integriceps* is oval, convex, and approximately 10–13 mm long. The scutellum is greatly expanded and covers most of the abdomen and wings; its colouration is greyish-cream with brown spots, and the body is covered by a chitinous cuticle. The body length of an adult *Aelia acuminata* is about 7–10 mm. The body is elongated, with a pointed, narrow head section and an oblong scutellum. Its colouration is light with brown longitudinal stripes on the pronotum and scutellum. Standard methods were used for the quantitative accounting of the insects [18].

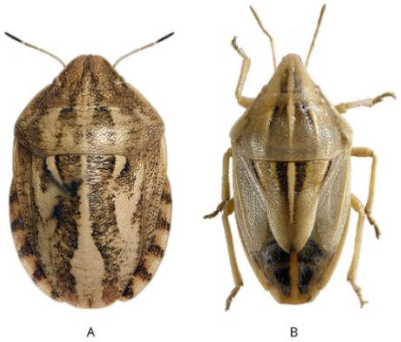


Figure 1 – Study objects: *Eurygaster integriceps* (A) and *Aelia acuminata* (B)

Imaging and acquisition of hyperspectral images were conducted at the Biological Research Laboratory of Toraighyrov University (Pavlodar, Kazakhstan) using an FS-13 scanning camera operating in the 400–1000 nm range (Hangzhou, China). The camera utilised a CMOS detector across 1200 spectral channels with a resolution of 2.5 nm.

Image processing and the conversion of hypercubes into two-dimensional images to optimise the visualisation process were performed using Breeze software (v2024.2.0). We used PCA model analysis for dimensionality reduction. Using the tools in Pixel Explore mode, the optical characteristics of different body parts of the studied phytophagous species were obtained. The pixel distribution density allowed for the analysis of their scatter on variance diagrams according to the distribution of spectral data across the principal components of the dimensionality-reduced images, allowing the identification of major patterns and interrelations between the studied characteristics. Data visualisation across spectral channels enabled the selection of the most relevant samples. These numbered 36 for the Train set and 120 for the Train+Test set. Their extraction was preceded by stages of calibration, standard normalisation, and centering. The overall working range of the model was defined between 391.51 and 1006.8 nm (Figure 2).

The classification model was trained for the two insect species based on the Random Forest algorithm, using a pixel prediction classification type based on the average spectral indices of the object. The model's performance was tested on seven insect species, five of which were unknown to the classification model, while training was conducted only on the two known subsets of cereal pests. The spectral data results were subjected to statistical processing using descriptive statistics and ANOVA methods. To assess the model's performance, the results of basic quality metrics for the classification model operating on the basis of the machine learning algorithm were analysed.

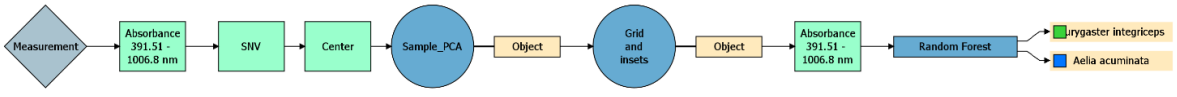


Figure 2 – Classification model for harmful insect species

Results and Discussion. The figures present hyperspectral images of the wheat pests (*Eurygaster integriceps* and *Aelia acuminata*), Raw Spectrum graphs, and Variance Scatter diagrams. The hyperspectral images are coloured in false colours, which correspond to the intensity level of light reflectance. Cool colours (blue, light blue) indicate areas with low reflectance, while warm colours (red, orange) show areas of high reflectance. The curves on the Raw Spectrum graph reflect the spectral characteristics of different insect body parts in terms of reflectance coefficient and wavelength. All figures include legends; for example, the red curve corresponds to the top of the head, and the green curve corresponds to the pronotum. The Variance Scatter diagram shows the distribution of spectral data after dimensionality reduction, where each point corresponds to one pixel of the hyperspectral image, transformed into principal component coordinates**.**

Eurygaster integriceps

Figure 3 presents data on *Eurygaster integriceps*. On the Raw Spectrum graph, the red curve corresponds to the top of the head. The first peak of the curve is at the 25% level of the reflectance scale, the second at 22.5%. The green curve, with reflectance within 20% at the first peak and 10% at the second peak, represents the pronotum. The blue spectrum belongs to the scutellum, where the reflectance of the first and second peaks is recorded at 35% and 20%, respectively. The yellow curve represents the elytra and has a reflectance of 22.5% at the first peak and 15% at the second. The light blue spectrum belongs to the wing membrane, where the reflectance at the first peak is recorded at 22.5% and at the second at 14%. The purple curve describes the forelegs, with reflectance coefficients of 16% and 37% sequentially for the two peaks. The ochre-coloured curve represents the hind legs, with the first peak having a reflectance of 25% and the second 17%. The beige curve describes the spectrum of the antennae, with maximum reflectance values prevailing from 22.5% at the first peak to 30% at the second peak. The grey spectrum belongs to the underside of the head, with reflectance reaching maximum values of 30% and 20% depending on the increase in wavelength. The black curve represents the insect's thorax, with reflectance coefficients of 38% and 22.5% for the first and second peaks, respectively. The light green spectrum describes the reflective and absorptive characteristics of the abdomen and demonstrates a 44% reflectance at the first peak and 25% at the second peak. A cumulative analysis shows the first maximum is in the wavelength range of 550-750 nm, the second in 750-780 nm. Distinctive characteristics were identified for the purple and beige curves, where the first peak lies within the 550-700 nm wavelength range, and the second within 700-780 nm.

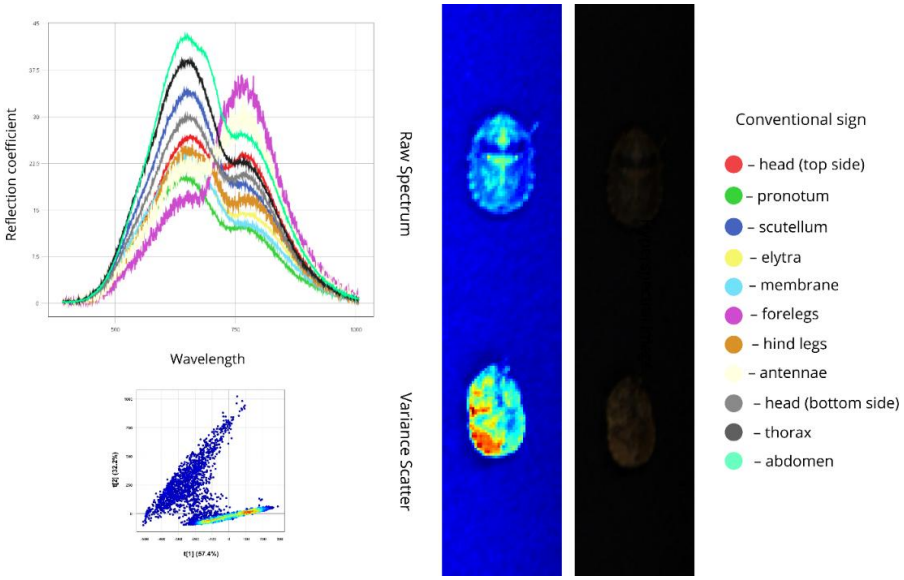


Figure 3 – Spectral features of *Eurygaster integriceps*

On the Variance Scatter diagram, the first component t[1] (57.4%) reflects the majority of data variation and differences between spectra, while the second component t[2] (32.2%) shows

additional variations for the studied insect species. Together, the first two components explain 89.6% of the total variance, indicating high informativeness of the two-dimensional representation for this species. The main cloud of points forms an elongated diagonal structure, explaining most of the variation. A separate grouped distribution is located closer to the bottom of the graph, characterised by lower variability and a narrower range of values belonging to specific morphological features of the species.

Aelia acuminata

Figure 4 presents the spectral data for *Aelia acuminata*. On the Raw Spectrum graph, the red curve corresponds to the top of the head, where the first maximum of the curve is at the 55% level of the reflectance scale, and the second at 40%. The green spectrum is characterised by reflectance of 75% at the first peak and 45% at the second, representing the pronotum. The blue curve belongs to the scutellum, with reflectance coefficients of 90% and 45% for the first and second peaks, respectively. The yellow curve clearly demonstrates the reflective properties of the elytra and has maximum reflectance values of 75% and 40% for the two peaks. The light blue spectrum belongs to the wing membrane, where the reflectance at the first peak is recorded at 80%, and for the second at 40%. The purple curve describes the forelegs, where the reflective-absorptive properties of the morphological structures and integuments vary from 25% to 40%.

The ochre-coloured curve represents the middle legs, where both peaks have approximately similar values; the first peak has a reflectance of 45%, and the second 49%. The beige curve describes the spectrum of the hind legs, with reflectance values varying in the range of 40-48%. The grey spectrum belongs to the underside of the head, the first peak having a reflectance with a total contribution around 70%, and the second peak around 45%. The black curve corresponds to the reflective characteristics of the insect's thorax, with maximum reflectance of the first and second peaks corresponding to 90% and 52%, respectively. The light green curve describes the spectrum of the abdomen with reflectance indicators within 90% at the first peak and 55% at the second. In general, it was established that the first peak lies in the wavelength range of 550-750 nm, while the limits of the second peak are lower and correspond to the range of 750-780 nm. The spectra for the ochre, purple, and beige curves differ in ranges; the first peak is observed within the 550-700 nm wavelength, and the second in the 700-780 nm range.

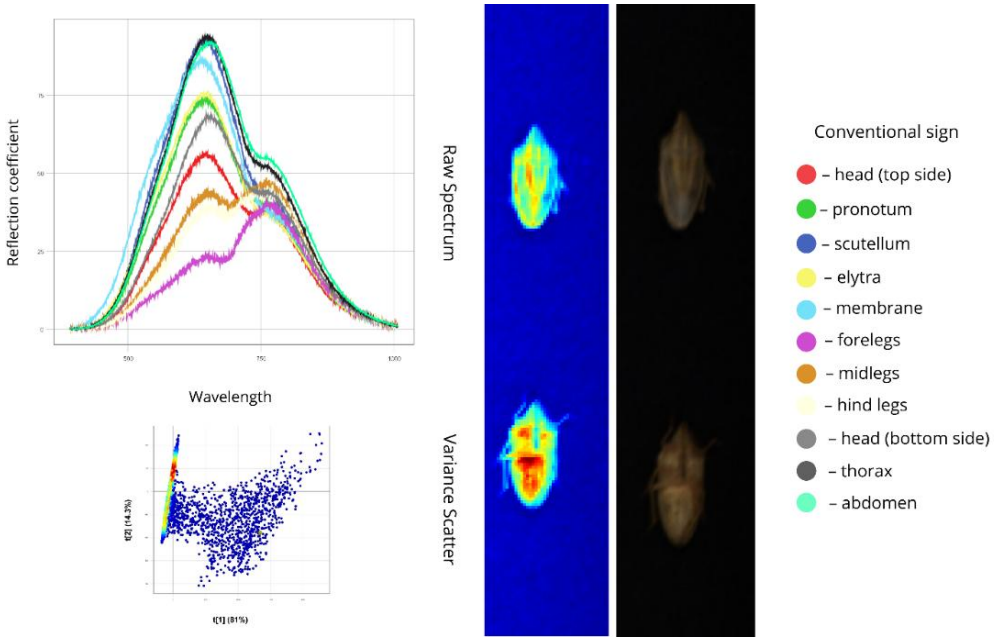


Figure 4 – Spectral features of *Aelia acuminata*

On the variance diagram, the first component t[1] (81%) explains the main share of data variability and displays key differences between spectra, while the second component t[2] (14.3%)

also shows significant variable characteristics not covered by PC1 but contributing to the overall image. Together, the first two components explain 95.3% of the variability, indicating the high informativeness of the two-dimensional PCA model. The main data variation is concentrated along the horizontal axis; the main contribution to spectral differences comes from the overall level of reflectance and the shape of the spectral curve. The second component reflects secondary differences related to the texture of the integuments, cuticle thickness, and pigmentation.

Figure 5 presents a general Raw Spectrum graph showing the spectral characteristics of the upper and lower parts of the insects. The red curve reflects the upper part, and the green curve the lower part of *Eurygaster integriceps*. The red spectrum has two peaks: the first with a reflectance of 20%, the second with a reflectance of 18%. For the green curve, the peaks correspond to reflectance values of 35% and 25%. The blue curve belongs to the upper part of *Aelia acuminata* with a reflectance of 80% at the first peak and 40% at the second. The yellow spectrum describes the lower part and has reflectance coefficients with maxima within 90% and 55%. In general, the first peak of the curves lies in the 550-750 nm range, while the second peak falls in the 750-780 nm range.

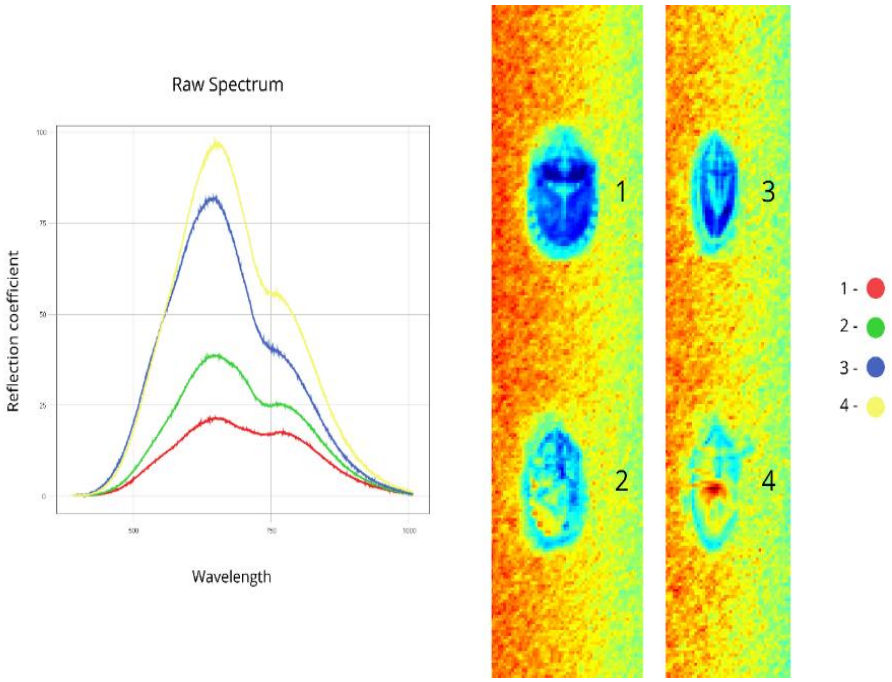


Figure 5 – Comparison of spectra of *Eurygaster integriceps* and *Aelia acuminata*

Statistical analysis

In accordance with the main values of the spectral characteristics obtained during the hyperspectral imaging, key reflectance indicators were calculated and are presented in Table 1. It was established that for *Eurygaster integriceps*, the reflectance coefficient for various body parts varied from 10 to 35%, with an overall average value reaching 24.3%. The pronotum (15%) and the membranous part of the elytra (18.3%) possessed the lowest reflective capabilities. The reason for this may be the high degree of radiation absorption within the VNIR range due to the dark colouration of these areas, which is confirmed by the insignificant deviation (1.3%), as well as the average coefficient of variation of 5.4%, indicating moderate variability in the spectral characteristics. Maximum variability was noted for the forelimbs (10.06%), which may be due to the heterogeneity of the surface structures of the integuments, as well as changes in the angle of incident radiation. A low level of spectral contrast and, consequently, a smoother spectral profile is noted due to the average ΔReflectance value within 7.4% (Table 1, Figure 6).

In *Aelia acuminata*, conversely, higher reflectance values were recorded, ranging from 20% to 90%, where the average value of the reflective characteristics exceeds half the possible range (57.7%). This indicator is almost twice as high as that for *Eurygaster integriceps*. Maximum

reflectance values were noted for the lower part of the body as a whole, the thorax, and the abdomen (71.0-72.5%), which is a result of the high reflectivity of the cuticle due to its light colouration, and is also confirmed by comparable relative variability when recording higher reflectance indicators in absolute value (σ=3.6, CV=5.9). The manifestation of both light and dark areas in the visualisation of hyperspectral imaging results explains the fact that ΔReflectance in *Aelia acuminata* exceeds that of *Eurygaster integriceps* by almost 2.7 times (19.8%), which clearly demonstrates more pronounced spectral differences between different parts of the insect's body.

Table 1 – Spectral data of crops pests: reflectance indicators

№	Species	Body part	Reflectance (%)		Mean Reflectance	Standard Deviation	CV	Rate of Change	ΔReflectance
			min	max					
1	*Eurygaster integriceps*	Body (top side)	18	20	19.0	0.25	1.34	1.41	2.0
		Body (bottom side)	25	35	30.0	1.27	4.23	7.05	10.0
		Head (top side)	22.5	25	23.8	0.32	1.34	1.76	2.5
		Pronotum	10	20	15.0	1.27	8.47	7.05	10.0
		Scutellum	20	35	27.5	1.91	6.93	10.58	15.0
		Elytra	15	22.5	18.8	0.95	5.08	5.29	7.5
		Membrane	14	22.5	18.3	1.08	5.92	5.99	8.5
		Forelegs	16	37	26.5	2.67	10.06	14.81	21.0
		Hind legs	17	25	21.0	1.02	4.84	5.64	8.0
		Antennae	22.5	30	26.3	0.95	3.63	5.29	7.5
		Head (bottom side)	20	30	25.0	1.27	5.08	7.05	10.0
		Thorax	22.5	38	30.3	1.97	6.51	10.93	15.5
		Abdomen	25	44	34.5	2.41	6.99	13.40	19.0
Average			**19.0**	**29.5**	**24.3**	**1.3**	**5.4**	**24.3**	**7.4**
2	*Aelia acuminata*	Body (top side)	40	80	60.0	5.08	8.47	28.21	40.0
		Body (bottom side)	55	90	72.5	4.45	6.13	24.68	35.0
		Head (top side)	40	55	47.5	1.91	4.01	10.58	15.0
		Pronotum	45	75	60.0	3.81	6.35	21.15	30.0
		Scutellum	45	90	67.5	5.72	8.47	31.73	45.0
		Elytra	40	75	57.5	4.45	7.73	24.68	35.0
		Membrane	40	80	60.0	5.08	8.47	28.21	40.0
		Forelegs	25	40	32.5	1.91	5.86	10.58	15.0
		Midlegs	45	49	47.0	0.51	1.08	2.82	4.0
		Hind legs	40	48	44.0	1.02	2.31	5.64	8.0
		Head (bottom side)	45	70	57.5	3.18	5.52	17.63	25.0
		Thorax	52	90	71.0	4.83	6.80	26.79	38.0
		Abdomen	55	90	72.5	4.45	6.13	24.68	35.0
Average			**43.6**	**71.7**	**57.7**	**3.6**	**5.9**	**57.7**	**19.8**

Analysis of the spectral contrast indicators shows the minimum and maximum wavelength coverage from 550 to 780 nm, with a spectral band width of 230 nm. Table 2 also notes that the reflectance contrast values were identical for both species (C=1.4, B_{rel}=0.2, C_{norm}=0.3) due to the peaks covering the same wavelength ranges, indicating an average level of spectral distinguishability.

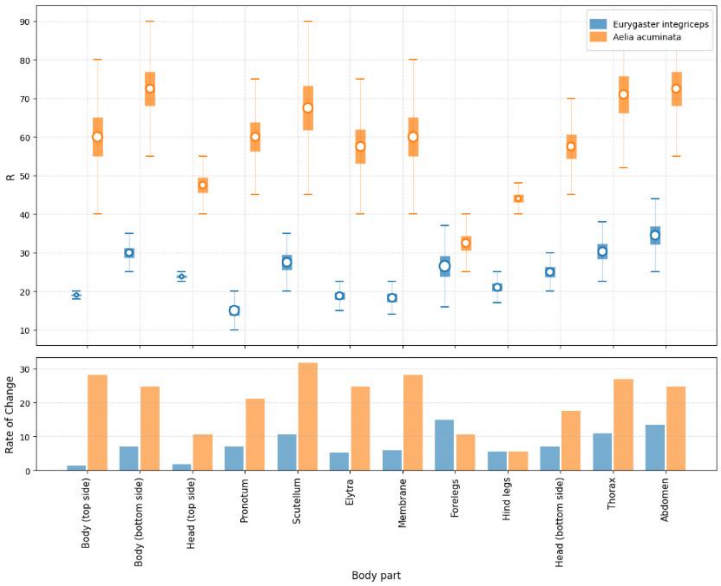


Figure 6 – Statistical indicators of different body parts reflectance of *Eurygaster integriceps* and *Aelia acuminata*

This is effectively determined by the optical and morphological properties of their integuments, features of the integument microstructure, and pigment composition.

Table 2 – Indicators of spectral contrast in the studied VNIR range

№	Species	Wavelenght (nm)		Spectral Bandwidth	Contrast ratio	Relative bandwidth	Normalised contrast
		λ_{min}	λ_{max}	SB	C	B_{rel}	C_{norm}
1	*Eurygaster integriceps*	550	780	230	1.4	0.2	0.3
2	*Aelia acuminata*	550	780	230	1.4	0.2	0.3

Statistical differences in the form of more pronounced spectral variations and high reflectance values in *Aelia acuminata* create conditions for automatic identification of this species. In contrast, for *Eurygaster integriceps*, the features of a smooth spectral profile create a condition for their potential merging with other monitoring objects, especially in dense agro-phytocenosis conditions. Accordingly, in general, the spectral properties of the main cereal pests of wheat within the 550-780 nm range are informative identifiers used for analysing interspecific differences among the studied pests, which may have practical application for the classification of harmful entomofauna in agroecosystems.

Classification model

A classification model was built based on the spectral data. To test the model, 2 known species (*Eurygaster integriceps* and *Aelia acuminata*) and 5 unclassified species were used. The Random Forest algorithm was employed to train the model. Figure 7 presents the statistical indicators of the model. According to the macro and micro accuracy metrics, the model correctly classifies 89% of objects on average. Based on the log loss and log loss reduction metrics, the model exhibits good probabilistic predictions compared to a random model. Cross-validation indicates a slight overfitting during model testing, resulting in lower performance metrics on new data.

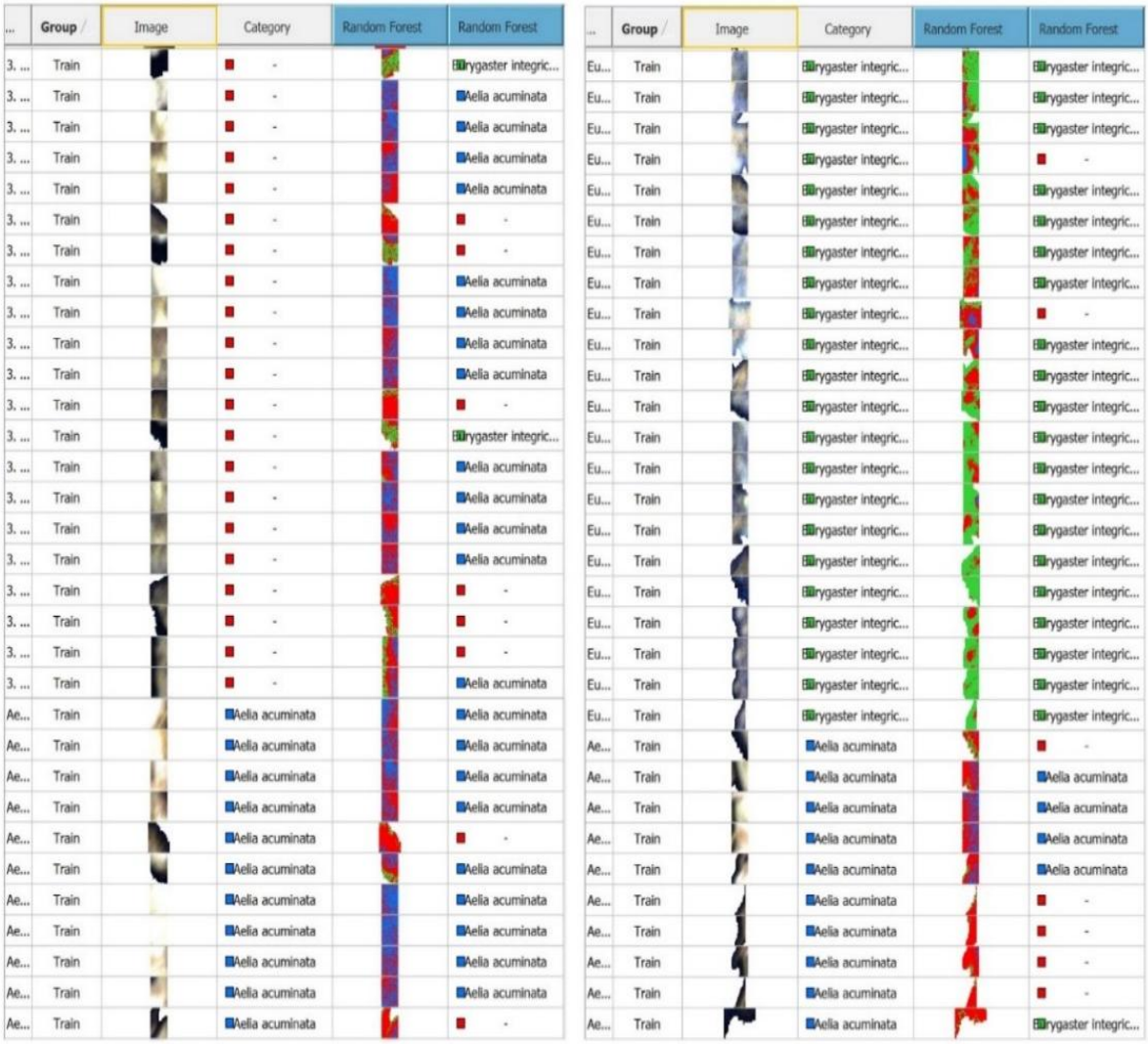


Figure 7 – Results and classification model statistics

Figure 8 shows the Confusion matrix for the trained model and the model during testing. The sample consisted of 120 objects, of which 36 belonged to the two known species, and the remainder to insect species unknown to the system. During model training, 72.2% of *Eurygaster integriceps* and 83.3% of *Aelia acuminata* were correctly classified, whereas during testing with unknown classes, these figures were 46.9% and 57.1%, respectively.

Due to training the model alongside unclassified insect samples, there is a large percentage of unidentified samples during model testing (40.8%). Minor classification errors occur due to similar spectral characteristics of the *Eurygaster integriceps* and *Aelia acuminata* samples (3.57% and 10.9% errors, respectively). Precision indicates how accurate the model's predictive capability is for a given class. For *Eurygaster integriceps*, precision is 93.8%; for *Aelia acuminata*, it is 82.1%. Recall represents the proportion of actual class objects correctly identified, where for *Eurygaster integriceps* it is 46.9%, and for *Aelia acuminata* 57.1%. The F1-score is a comprehensive metric balancing the previous two indicators; accordingly, for *Eurygaster integriceps* it is 62.5%, and for *Aelia acuminata* 67.4%. Under conditions of limited data and a small sample size, the model demonstrated good results for pest identification.

Since *Eurygaster integriceps* and *Aelia acuminata* belong to the same family, *Scutelleridae*, they share similar morphological traits, which is reflected in their spectral properties.

Confusion Matrix

Actual classes	Total	Eurygaster integriceps	Aelia acuminata	No class
Eurygaster integriceps	64 (53.3%)	30 (46.9%)	7 (10.9%)	27 (42.2%)
Aelia acuminata	56 (46.7%)	2 (3.57%)	32 (57.1%)	22 (39.3%)
# Predicted	120 (100%)	32 (26.7%)	39 (32.5%)	49 (40.8%)
Correctly	62 (51.7%)			
Incorrectly	58 (48.3%)			
Precision		93.8%	82.1%	
Recall		46.9%	57.1%	
F-score		62.5%	67.4%	

Confusion Matrix (For classification models only)

Actual classes	Total	Eurygaster integriceps	Aelia acuminata	No class
Eurygaster integriceps	18 (50%)	13 (72.2%)		5 (27.8%)
Aelia acuminata	18 (50%)		15 (83.3%)	3 (16.7%)
# Predicted	36 (100%)	13 (36.1%)	15 (41.7%)	8 (22.2%)
Correctly	28 (77.8%)			
Incorrectly	8 (22.2%)			
Precision		100%	100%	
Recall		72.2%	83.3%	
F-score		83.9%	90.9%	

Figure 8 – Confusion matrix of classification model results (Train+Test set and Train set)

Due to the light shade of the integuments, epicuticle, and waxy components of the exoskeleton, these pests exhibit high reflectance intensity, with the highest reflectance intensity observed from the abdomen, sternum, and forelegs of the insect. The pronotum shows the lowest reflectance due to its dark colouration. The ventral part of the insects has a smooth structure with fewer melanins, ommochromes, pterines, and other pigments, especially in the form of brown spots, resulting in a higher reflectance coefficient compared to the dorsal part. The insect tarsi are characterised by a thin cuticle, contain numerous sensilla and articular structures, and possess high surface anisotropy; therefore, their spectral bands differ from other parts, with the first peak reflectance intensity being lower than the second. Within the NIR range, reflectance originates from setae on the legs, which scatter light and increase the reflectance of the second peak. In other body parts, the first peak has a higher reflectance coefficient than the second due to pigment activity within the 550-750 nm range and reflectance from the cuticle within the 750-780 nm range. All insect parts, except the legs, exhibit a red edge around 750 nm, while in the 700-750 nm region, a transition occurs from light absorption by pigments to reflectance by the cuticle. It was also established that *Aelia acuminata* collectively has more light-coloured areas compared to *Eurygaster integriceps*, which has more brown spots in its colouration. Consequently, due to lower pigment content and lighter colouration (as confirmed by other studies [19]), as well as a smoother structure, *Aelia acuminata* has a higher reflectance coefficient in the VIS and NIR ranges. Evidently, such differences in insect morphology serve as markers for their identification against a background of other pests. Accordingly, the most significant differences in the reflectance properties of the integuments of the studied species and their spectral characteristics are depicted in Figure 9.

Based on the identified spectral data, a classification model was developed. The Random Forest algorithm builds many decision trees on different subsets of data and features, which reduces the risk of overfitting and increases robustness given a small sample size, unknown classes, and a large number of morphological and spectral features of living objects such as insects. Unlike neural networks, the algorithm does not require a large dataset or feature scaling.

Despite this, classification errors exist between *Eurygaster integriceps* and *Aelia acuminata* in the model, which is due to their morphological and spectral similarity, the limited size of the training sample, and the insufficient informativeness of the features used. As a result, the feature

distributions of the two classes overlap significantly, reducing the accuracy of their identification. The presence of a large number of samples classified as 'No class' indicates high model reliability, as most test objects belonged to other insect species (for which the model was not trained).

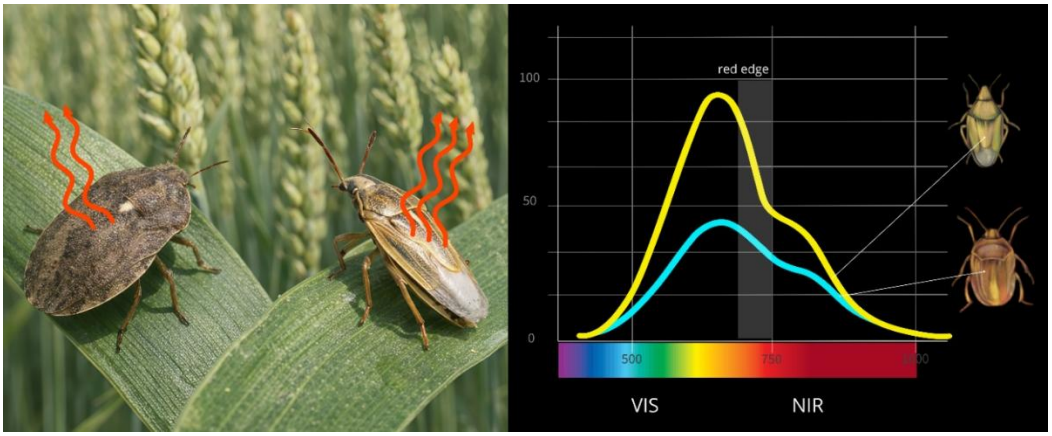


Figure 9 – Reflectance characteristics of *Eurygaster integriceps* and *Aelia acuminata*

Conclusion. This study provides the first description of entomofaunal spectra in Kazakhstan, specifically the wheat pests *Eurygaster integriceps* and *Aelia acuminata*. Analysis of the spectra revealed how these insects reflect, transmit, and absorb light, information that can be utilised in agricultural practice for pest damage assessment. The work identified patterns and determined key factors influencing the spectral curves of different insect species, demonstrating the possibility of distinguishing similar species through hyperspectral imaging based on spectral differences.

Despite variations, the spectral curves of the species share a similar form, yet specific differences emerge due to the reflectance properties of the exoskeleton. The diversity in intensity reflects variability among different body parts and morphological features of individuals, such as pigmentation, density, and structure of the chitinous integument. In the range around 550 nm, reflectance depends on pigment composition; from 700-750 nm, reflectance originates from the structural components of the insect exoskeleton. Furthermore, reflectance intensity in the VIS range depends on pigment colouration: the darker the pigment, the more light it absorbs, resulting in a lower reflectance coefficient for the spectral curve. Consequently, *Aelia acuminata* exhibits higher reflectance coefficients than *Eurygaster integriceps*. Based on morphological differences and identified patterns in spectral characteristics, a classification model was developed to identify *Eurygaster integriceps* and *Aelia acuminata* with an accuracy of 89%, leveraging the ability of the Random Forest algorithm to model complex nonlinear relationships between features and classes, making it suitable for biological objects.

Thus, this work provides new insights into the ultrastructure of the insect exoskeleton and opens up possibilities for applying hyperspectral imaging in agriculture. The research contributes to the study of hyperspectral technology applications in agriculture. The implementation of remote sensing technologies in the agro-industrial sector for the identification of crop pests and diseases holds promise for promoting sustainable agricultural practices and precision farming.

Financing. This research is funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP26197815 “Development of an intelligent monitoring system for wheat agrocenosis through the synergistic integration of hyperspectral imaging and LiDAR using computer vision technologies”, for 2025-2027) .

References:

[1] **Chang, C.-I.** Hyperspectral Imaging: Techniques for Spectral Detection and Classification, Kluwer, New York, 386, 2003. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-9170-6

[2] **Wu, J.,** et al. A review of the application of hyperspectral imaging technology in agricultural crop economics, Coatings, 14(10), 1285, 2024. https://doi.org/10.3390/coatings14101285

[3] **Calvini, R.,** Ulrici, A., Amigo, J.M. Growing applications of hyperspectral and multispectral imaging, Data Handling in Science and Technology, Hyperspectral Imaging, 605–629, 2019. https://doi.org/10.1016/b978-0-444-63977-6.00024-9

[4] **Ferrari, V.,** Calvini, R., Boom, B., Menozzi, C., Rangarajan, A.K., Maistrello, L., Offermans, P., Ulrici, A. Evaluation of the potential of near-infrared hyperspectral imaging for monitoring the invasive brown marmorated stink bug, Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, 234, 104751, 2023. https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2023.104751

[5] **Yamada, M.,** Thiesen, L.V., Iost Filho, F.H., Yamamoto, P.T. Hyperspectral imaging and machine learning: A promising tool for the early detection of *Tetranychus urticae* Koch infestation in cotton agriculture, Agriculture, 14(9), 1573, 2024. https://doi.org/10.3390/agriculture14091573

[6] **Skendžić, S.,** et al. Hyperspectral sensing and machine learning for early detection of cereal leaf beetle damage in wheat: Insights for precision pest management, Agriculture, 15(23), 2482, 2025. https://doi.org/10.3390/agriculture15232482

[7] **Ferrari, V.,** et al. Evaluation of the potential of near infrared hyperspectral imaging for monitoring the invasive brown marmorated stink bug, Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, 234, 104751, 2023. https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2023.104751

[8] **Prabhakar, M.,** et al. Hyperspectral indices for assessing damage by the solenopsis mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) in cotton, Computers and Electronics in Agriculture, 97, 61–70, 2013. https://doi.org/10.1016/j.compag.2013.07.004

[9] **Iost Filho,** F.H., et al. Assessment of injury by four major pests in soybean plants using hyperspectral proximal imaging, Agronomy, 12(7), 1516, 2022. https://doi.org/10.3390/agronomy12071516

[10] **Li, B.,** et al. Hyperspectral identification of rice diseases and pests based on principal component analysis and probabilistic neural network, Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 25(9), 143–147, 2009.

[11] **Pansy, D.L.,** Murali, M. UAV hyperspectral remote sensor images for mango plant disease and pest identification using MD-FCM and XCS-RBFNN, Environmental Monitoring and Assessment, 195(9), 1120, 2023. https://doi.org/10.1007/s10661-023-11678-9

[12] **Krüger, M.,** et al. Hyperspectral imaging for pest symptom detection in bell pepper, Plant Methods, 20(1), 156, 2024. https://doi.org/10.1186/s13007-024-01273-5

[13] **Xiao, Z.,** et al. Pest identification via hyperspectral image and deep learning, Signal, Image and Video Processing, 16(4), 873–880, 2022. https://doi.org/10.1007/s11760-021-02029-7

[14] **Jiang, X.,** et al. Assessing mangrove leaf traits under different pest and disease severity with hyperspectral imaging spectroscopy, Ecological Indicators, 129, 107901, 2021. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107901

[15] **Vanegas, F.,** et al. A novel methodology for improving plant pest surveillance in vineyards and crops using UAV-based hyperspectral and spatial data, Sensors, 18(1), 260, 2018. https://doi.org/10.3390/s18010260

[16] **Zhao, R.,** et al. Goji disease and pest monitoring model based on unmanned aerial vehicle hyperspectral images, Sensors, 24(20), 6739, 2024. https://doi.org/10.3390/s24206739

[17] **Roy, S.,** et al. Hyperspectral remote sensing and its application in pest and disease management in agriculture, Indian Farmer, 10, 229–232, 2023. https://doi.org/10.3390/rs12162659

[18] Food and Agriculture Organization of the United Nations. International Standards for Phytosanitary Measures, Rome, 291, 2006.

[19] **Mielewczik, M.,** Liebisch, F., Walter, A., Greven, H. Near-infrared (NIR) reflectance in insects – Phenetic studies of 181 species, Entomologie Heute, 24, 183–215, 2012.

ЖАЗДЫҚ БИДАЙДЫҢ НЕГІЗГІ ЗИЯНКЕСТЕРІ (*EURYGASTER INTEGRICEPS* ЖӘНЕ *AELIA ACUMINATA*) ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ТАНУ КЕЗІНДЕ СПЕКТРЛІК СИПАТТАМАЛАРЫ

Уалиева Р.М., PhD, қауымдастырылған профессор
Осипова А.В., 7М05201 «Экология» ББ-ның 2 курс магистранты
Каверина М.М., жаратылыстану ғылымдарының магистрі
Уахитов Ж.Ж., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
Жумадилов Б.З., биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор

«Торайғыров университеті» КеАҚ, Павлодар қ., Қазақстан

Аңдатпа. Мақалада алғаш рет *Eurygaster integriceps* және *Aelia acuminata* бидай зиянкестерінің мысалында Қазақстан энтомофаунасының спектрлік сипаттамалары ұсынылған. Спектрлерді талдау барысында жәндіктердің жарықты қалай шағылыстырып, жұтатыны анықталды. Спектрлік қисықтардың қалыптасу заңдылықтары және экзоскелеттің морфологиялық ерекшеліктеріне, пигментациясына және құрылымына байланысты негізгі факторлар анықталды. Спектр қарқындылығының айырмашылығы жәндіктің әртүрлі бөліктері мен әртүрлі жәндік түрлеріндегі меланин мен хитин мөлшерінің әркелкі болуына байланысты. 550 нм диапазонында шағылысу пигменттің құрамына, ал 700–750 нм аймағында жабындардың құрылымдық компоненттеріне тәуелді екені анықталды; *Aelia acuminata*-да *Eurygaster integriceps*-ке қарағанда шағылысу коэффициенттері жоғары. Спектрлік және морфологиялық белгілерге сүйене отырып, Random Forest алгоритміне негізделген және 89 % сәйкестендіру дәлдігін қамтамасыз ететін жіктеу моделі құрылды. Алынған нәтижелер жәндіктердің экзоскелетінің ультрақұрылымы туралы түсініктерді кеңейтеді және ауыл шаруашылығында астық дақылдарының зиянкестерін тиімді мониторинтеу үшін заманауи гиперспектрлік түсірілімді қолдану мүмкіндіктерін айқындайды, сондай-ақ қалыптастырылған спектрлік профильдер жәндіктердің аймақтық спектрлік кітапханаларын құру кезінде эталон ретінде пайдаланылуы мүмкін. Зерттеу агроөнеркәсіптік секторда тұрақты тәжірибелерді іске асыру үшін жаңа мүмкіндіктер ашады.

Тірек сөздер: гиперспектралды визуализация, спектрлік сипаттамалар, бидай зиянкестері, Қазақстанның энтомофаунасы, қашықтықтан зондтау.

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНОВНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ (*EURYGASTER INTEGRICEPS* И *AELIA ACUMINATA*) ПРИ МАШИННОМ РАСПОЗНАВАНИИ

Уалиева Р.М., PhD, ассоциированный профессор
Осипова А.В., Магистрант 3 курса по ОП 7М05201 – «Экология»
Каверина М.М., магистр естественных наук
Уахитов Ж.Ж., кандидат сельскохозяйственных наук
Жумадилов Б.З., кандидат биологических наук, ассоциированный профессор

НАО «Торайгыров университет» г. Павлодар, Казахстан

Аннотация. В статье впервые представлены спектральные характеристики энтомофауны Казахстана на примере вредителей пшеницы *Eurygaster integriceps* и *Aelia acuminata*. Анализ спектров показал, как насекомые отражают и поглощают свет. Выявлены закономерности формирования спектральных кривых и ключевые факторы, связанные с морфологическими особенностями, пигментацией и структурой экзоскелета. Разница в интенсивности спектра обусловлена разным содержанием меланина и хитина между частями насекомого и между разными видами насекомых. Показано, что в диапазоне 550 нм отражение определяется пигментным составом, а в области 700-750 нм – структурными компонентами покровов; при этом у *Aelia acuminata* коэффициенты отражения выше, чем у *Eurygaster integriceps.* На основе спектральных и морфологических признаков построена классификационная модель с использованием алгоритма Random Forest, обеспечившая точность идентификации 89 %. Полученные результаты расширяют представления об ультраструктуре экзоскелета насекомых и демонстрируют перспективы применения гиперспектральной съемки в сельском хозяйстве для мониторинга вредителей злаковых культур, а сформированные спектральные профили могут служить эталонными при создании региональных библиотек спектров насекомых. Работа открывает новые возможности для реализации устойчивых практик в агропромышленном секторе.

Ключевые слова: гиперспектральная визуализация, спектральные характеристики, вредители пшеницы, энтомофауна Казахстана, дистанционное зондирование.

ҒТАМР 68.05.29; 68.33.29 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.368

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫСЫНДАҒЫ АШЫҚ ҚАРА ҚОҢЫР ТОПЫРАҚТА МИНЕРАЛДЫ ТЫҢАЙТҚЫШТАР МЕН КӨҢДІ ҰЗАҚ МЕРЗІМДІ ҚОЛДАНУ ӘСЕРІНЕН ҚАРАШІРІК ҚҰРАМЫНЫҢ ӨЗГЕРУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ

Жусупбеков Е.К.*, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
erbol.zhusupbekov@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-9177-8982
Гусев В.Н., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
e-mail: agfaagro@mail.ru, https://orcid. org/0000-0001-7309-5790
Малимбаева А.Д., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
Malimbaeva1903@yandex. ru, https://orcid.org/0000-0002-3117-042X
Рустемова К.У., ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі
Karligaw _91@bk.ru, https://orsid.org/0000-0001-5086-2790

"Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты" ЖШС, Алмалыбақ а., Қазақстан

Аңдатпа. Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы суармалы ашық қара-қоңыр топырағындағы қарашірік құрамына минералды тыңайтқыштар мен түрлі қарқындылықтағы көңді ұзақ уақыт қолданудың әсері зерттелді. Зерттеулер 1991 жылы негізі қаланған ұзақ мерзімді көпфакторлы стационарлық тәжірибеде толық емес факторлық 1/8 (4×4×4×4), схема бойынша жүргізілді. Тәжірибе 32 нұсқаны екі қайталаудан тұрады. Топырақ үлгілері 0-30 см қабаттан алынын, қарашіріктің құрамы Тюрин әдісімен анықталды. Алынған нәтижелер дисперсиялық регрессиялық талдау әдісімен өңделді. Қарашірік мөлшерін сипаттайтын жоғары детерминация коэффициентіне ие регрессиялық модель алынды (R2 = 0.96). Көңді жеке енгізу қарашіріктің құрамын 2,14-тен 2,42% - ға, яғни 0,28 абсолютті %-ға арттырғаны анықталды. Ал толық минералды тыңайтқыштың (NPK) әсері әлдеқайда төмен болып, бақылау нұсқасының көрсеткішіне жақын болды.

Минералды тыңайтқыштар мен көңді бірге қолдану қарашіріктің ең жоғары деңгейін 2,44%-ға дейін қамтамасыз етті. Көңмен бірге енгізілген азот тыңайтқыштары қарашіріктің жиналуына оң әсерді әлсіретті. Ең жоғарғы әсер көңді фосформен бірге қолдану арқылы алынды, бұл жағдайда қарашіріктің мөлшері 2,54% - ға дейін артты, ал фосфор тыңайтқышын жеке қолдану көрсеткіштің 2,07% - ға дейін төмендеуіне әкелді. Фосфор мен калийді бірге қолданғанда қарашіріктің мөлшері 2,18% - ға жетіп, бұл тек фосфор енгізілген нұсқамен салыстырғанда 0,11 абсолюттік пайызға жоғары болды. Зерттеу нәтижелері суармалы ашық қара-қоңыр топырағының қарашірік күйін тұрақтандыруда қолданылатын органикалық заттардың шешуші рөлін растайды және регрессиялық модельдерді қолдана отырып, тыңайтқыштардың осы көрсеткішке ұзақ әсер етуін сандық бағалау мүмкіндігін көрсетеді.

Тірек сөздер: суармалы ашық қара-қоңыр топырағы, қарашірік, көң, минералды тыңайтқыштар, ұзақ стационарлық тәжірибе, регрессиялық талдау.

Кіріспе. Топырақтың қарашіріктік күйі оның құнарлылығының негізгі интегралды көрсеткіштерінің бірі болып табылады, өйткені органикалық заттар негізінен катион алмасу сыйымдылығын, агрегаттық күйді, суды ұстау қабілетін, биологиялық белсенділікті және қоректік заттардың режимін анықтайды [1, 2]. Ұзақ мерзімді агроэкожүйелерде қарашірік құрамының өзгеруі топырақтың агрогендік трансформациясының бағытының және тыңайтқыш жүйелерінің тиімділігінің сенімді көрсеткіші болып табылады. Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы суармалы ашық қара-қоңыр топырақтары үшін бұл мәселе ерекше өзекті, себебі олардың қарашіріктік күйі тыңайтқыштардың, су режимінің және органикалық заттардың минералдану қарқындылығының жиынтық әсерінен қалыптасады [3, 4].

Қарашіріктің құрамы мен динамикасын анықтайтын негізгі факторлардың ішінде

тыңайтқыштар маңызды орын алады. Минералды тыңайтқыштардың қарашіріктің құрамына әсері көбінесе дақылдардың өнімділігі мен аралық-тамыр массасының көлемін өзгерту арқылы жүзеге асырылады, ал бұл әсердің ауырлығы дозаларға, қолдану ұзақтығына және қоректік заттарды қолдану тепе-теңдігіне байланысты [3]. Көң органикалық заттардың тікелей көзі бола отырып, топырақтың органикалық көміртегінің жиналуына және тұрақтануына тұрақты әсер етеді. Жарияланған мәліметтерге сәйкес, көңді енгізу топырақтың органикалық көміртегі қорының орта есеппен 35,4% - ға өсуімен қатар жүрді [5]. Ұзақ тәжірибелерде оны жүйелі қолдану топырақ денсаулығы мен көміртекті тұрақтандыруды жақсартты [6]. Органикалық және минералды тыңайтқыштарды бірге қолданған кезде оларды бөлек қолданғаннан гөрі айқын әсер етуі байқалды [3, 5].

Зерттеулердің едәуір көлеміне қарамастан, Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы суармалы ашық қара-қоңыр топырақтары үшін тыңайтқыштарды ұзақ уақыт қолданудың әсерінен қарашірік құрамының өзгеруінің сандық заңдылықтары, сондай-ақ олардың әсері мен осы көрсеткіштің қалыптасуына өзара іс-қимылының үлесі толық зерттелмеген. Көптеген жұмыстарда сипаттамалық-салыстырмалы тәсіл басым, онда тыңайтқыштың қарама-қарсы нұсқалары салыстырылады және осы негізде тиісті тұжырымдар тұжырымдалады. Сонымен қатар, арнайы схема бойынша жасалған ұзақ мерзімді көп факторлы тәжірибелерді жүргізу жекелеген факторлардың күші мен сандық бағытын және олардың нормаларының кең ауқымындағы өзара әрекеттесуін бағалайтын болжамды модельдерді алуға мүмкіндік береді.

Осыған байланысты зерттеудің мақсаты минералды тыңайтқыштар мен көңді ұзақ уақыт қолданудың оларды қолдану нормаларының кең ауқымында Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы суармалы ашық қара-қоңыр топырағындағы қарашірік құрамына әсерін модельдеу және олардың әсері мен өзара іс-қимылын сандық бағалау негізінде зерттеу болып табылады.

Зерттеу материалдар мен әдістері: Зерттеулер 1991 жылы құрылған ұзақ мерзімді көп факторлы стационарлық тәжірибеде жүргізілді, онда азот, фосфор, калий тыңайтқыштары мен көңнің 6 полярлы ауыспалы егіс дақылдарының өнімділігіне әсері мен өзара әрекеттесуі зерттелді (жоңышқа егілген арпа, өмірдің екінші жылындағы жоңышқа, өмірдің үшінші жылындағы жоңышқа, күздік бидай, дәнге арналған жүгері, майбұршақ), топырақ құнарлылығы және қоршаған орта жағдайы. Тәжірибе бірнеше оңтайландыру параметрлерін ескере отырып, оңтайлы шешімдерді табу үшін есептеу әдісін қолдануды қарастырады. Тәжірибе схемасы 1/8 (4x4x4x4) толық емес факторлық схема болып табылады, ол екі рет қайталанудың 32 нұсқасын қамтиды және квазилатин квадраты 8x8 түрінде алаңға орналастырылған (1-кесте).

1-кесте – Көп факторлы стационарлық тәжірибе схемасы

I қайталаным							
0000	3311	1131	2220	2022	1333	3113	0202
2200	1111	3331	0020	0222	3133	1313	2002
1331	2020	0200	3111	3313	0002	2222	1133
3131	0220	2000	1311	1113	2202	0022	3333
II қайталаным							
2022	1333	3113	0202	0000	3311	1131	2220
0222	3133	1313	2002	2200	1111	3331	0020
3313	0002	2222	1133	1331	2020	0200	3111
1113	2202	0022	3333	3131	0220	2000	1311

Схеманы ұсынудың қарапайымдылығы үшін кодтау нұсқалары жасалды. Әр нұсқа төрт таңбалы сан түрінде белгіленді, онда сандардың реті тыңайтқыштардың түрлерін (біріншісі – азот, екіншісі – фосфор, үшіншісі – калий, төртіншісі-көң), ал олардың мәні – тиісті тыңайтқыштың нормасы (0,1,2 немесе 3). Күздік бидай үшін минералды

тыңайтқыштардың бір нормасы N_{60} P_{60} K_{60}, көң нормасы 20 т / га құрады, сондықтан 3113 нұсқасы $N_{180}P_{60}K_{60}$ кг/га белсенді зат пен 60 т/га жартылай шіріген көңді енгізуге сәйкес келеді. Учаскенің ауданы 122,4 м^2 (7,2 × 17,0 м) болды. Графиктерді құру және реакцияны талдау үшін факторлардың кодталған деңгейлерінде регрессиялық модельден алынған есептік мәндер қолданылды.

Топырақ үлгілері органикалық заттар мен минералды қоректік заттардың негізгі жинақтау аймағы ретінде 0-30 см қабаттан алынды.

Іріктеу әр учаскенің үш нүктесінен жүргізілді, содан кейін орташа сынамаға біріктірілді. Үлгілерді дайындау, оның ішінде ауа-құрғақ күйге дейін кептіру, бөгде қоспаларды жою және елеу ГОСТ 17.4.4.02–2017 талаптарына сәйкес орындалды [7]. Зертханалық сынақтар өзінің аккредиттелген зертханасында орындалды (№KZ аккредиттеу аттестаты.Т. 04.1405 " 29 " қараша 2023). Органикалық заттардың (қарашіріктің) құрамы ГОСТ 26213-91 сәйкес фотометриялық аяқталатын Тюрин әдісімен анықталды [8]. Талдаулар үш аналитикалық қайталануда жүргізілді. Тәжірибеде карбамид ($CO(NH_2)2$, аммоний нитраты (NH_4NO_3), аммофос ($NH_4H_2PO_4$), калий хлориді (KCl) және ірі қара көңі қолданылды. Тәжірибе учаскелесінің топырағы ашық қара-қоңыр орташа сазды. Егістік топырақ қабатының бастапқы агрохимиялық қасиеттері (1991) 2-кестеде келтірілген.

2-кесте – Тәжірибелік учаскенің егістік (0-30 см) топырақ қабатының бастапқы агрохимиялық сипаттамасы

топырақ массасының %					pH (KCl)	мг/кг	
Қарашірік	Жалпы N	Жалпы P_2O_5	Жалпы K_2O	$CaCO_3$		P_2O_5	K_2O
2,38	0,108	0,163	1,73	2,5	7,8	27,6	310

Аммофос, калий хлориді және карбамид топырақтың негізгі өңделуіне, аммоний нитраты ерте көктемгі тыңайтқышқа енгізілді. Көң ауыспалы егістің айналымы бір рет, отамалы дақылдар буынында дәндік жүгері астына енгізілді, ал қалған дақылдар оның кейінгі әсері аясында өсірілді. 1991-2025 жылдардағы жартылай шіріген ірі қара малдың орташа химиялық құрамы 3-кестеде келтірілген.

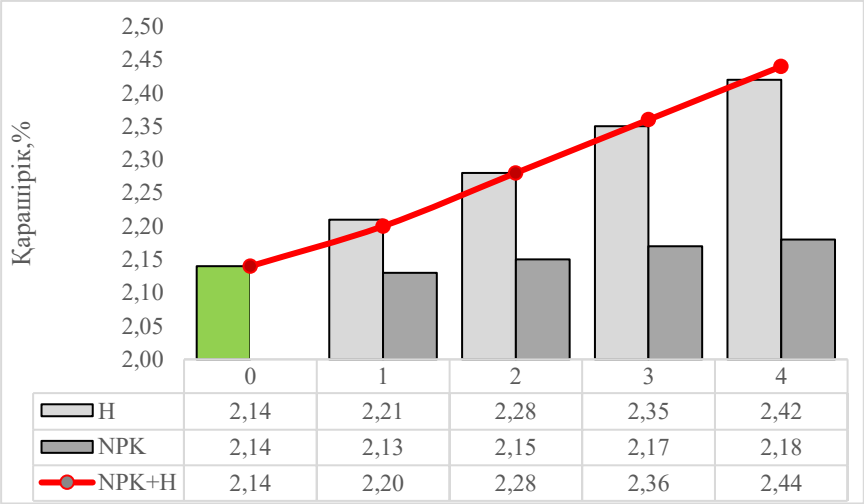
3-кесте – Көңнің құрамындағы шикі зат пайызы

Ылғалдылық	Күл	Органикалық заттар	Азот		P_2O_5	K_2O
			жалпы	аммиак		
57,4	47,3	10,1	0,25	0,06	0,43	2,43

Эксперименттік деректерді статистикалық өңдеу Б. А. Доспехов [9] және В. Н. Перегудов [10] бойынша дисперсиялық регрессиялық талдау әдісімен жүргізілді. Модельдердің сапасы детерминация коэффициенті (R^2) және орташа квадраттық қате бойынша бағаланды. Регрессиялық модельдерді құру үшін қолданылған бақылаулардың жалпы саны 64 болды, бұл тәжірибе нұсқаларының санына сәйкес келді.

Нәтижелер және талқылау. Ауыспалы егістің төртінші айналымының соңында минералды және органикалық тыңайтқыштардың қарашірік құрамына ұзақ уақыт әсер етуінің сандық заңдылықтарын анықтау үшін, орта есеппен екі егістікте, егін жинау кезінде оның мазмұны туралы нақты деректер пайдаланылды. Регрессиялық талдау негізінде y=2,14+0.069 H-0,034 P-0.52(NH)0,5+0.096P0,5+0.28(ҚР)0,5+0.48(РН)0,5 зерттелетін көрсеткішке тыңайтқыштардың күшін, әсерін және өзара әрекеттесуін сипаттайтын өндірістік функциясы алынды. Алынған теңдеудің бірнеше детерминациясының жоғары коэффициенті (R^2 - 0,96) тыңайтқыштардың топырақтағы қарашірік құрамына әсерін түсіндіру үшін есептелген мәндерді қолдануға мүмкіндік береді.

Минералды тыңайтқыштар мен көңді ұзақ уақыт қолданудың топырақтағы қарашірік құрамына әсері 1-суретте келтірілген.



1-сурет – Минералды тыңайтқыштар мен көңді ұзақ уақыт қолданудың топырақтың 0-30 см қабатындағы қарашірік құрамына әсері

Топырақтың 0-30 см қабатындағы қарашіріктің мөлшері көбінесе көңді енгізу және оның минералды тыңайтқыштармен үйлесу сипатымен анықталды. Көң нормасының ұлғаюы қарашірік құрамының 2,14-2,42% - дан, яғни 0,28 абсолюттік %-ға артуын қамтама-сыз етті. Әр 10 т/га көңге есептегенде қарашіріктің өсуі орта есеппен 0,035%-ды құрады.

Толық минералды тыңайтқышты (NPK) жыл сайын қолдану қарашітік құрамының айтарлықтай өсуін қамтамасыз етпей, оны негізінен бақылау нұсқасына жақын деңгейде сақтады. Минералды тыңайтқыштардың бір нормасы $N_{60}R_{60}K_{60}$ енгізу (1111 нұсқа) тіпті бақылауға қатысты қарашірік құрамының 0,01% төмендеу тенденциясымен қатар жүрді. Алынған заңдылықтар суармалы күңгірт қара-қоңыр топырақтарындағы [11] ұзақ мерзімді зерттеулердің деректеріне сәйкес келеді, мұнда тыңайтқышсыз қарашірік мөлшері 2,13%-ға дейін төмендеді, NPK қолданған кезде негізінен бастапқы деңгейге жақын деңгейде сақталды (2,26%), ал минералды тыңайтқыштар мен көңді бірге қолданған кезде 2,36% - ға дейін өсті. Еділ бойындағы топырақтың сол түріне жалпыланған шолуда қарашіріктің ең тұрақты өсуін көң және оның минералды тыңайтқыштармен үйлесуі қамтамасыз ететіндігі көрсетілген, ал кейбір минералды тыңайтқыштардың әсері онша айқын болмады [12].

Зерттелетін мөлшерлер ауқымында толық минералды тыңайтқыштар мен көңді бірлесіп қолдану айқын өзара әрекеттесу әсерін туындатқан жоқ. Тыңайтқыштарды бірге енгізген кезде қарашірік құрамының нақты өсімі олардың жеке қолданылуынан күтілетін болжамды әсерге тең немесе одан сәл төмен болды, Бұл 4-кестенің деректерімен айқын расталады.

4-кесте – Минералды тыңайтқыштар мен көңнің әртүрлі мөлшерлерінің топырақтағы қарашірік құрамының өзгеруіне әсері мен өзара әрекеттесуі

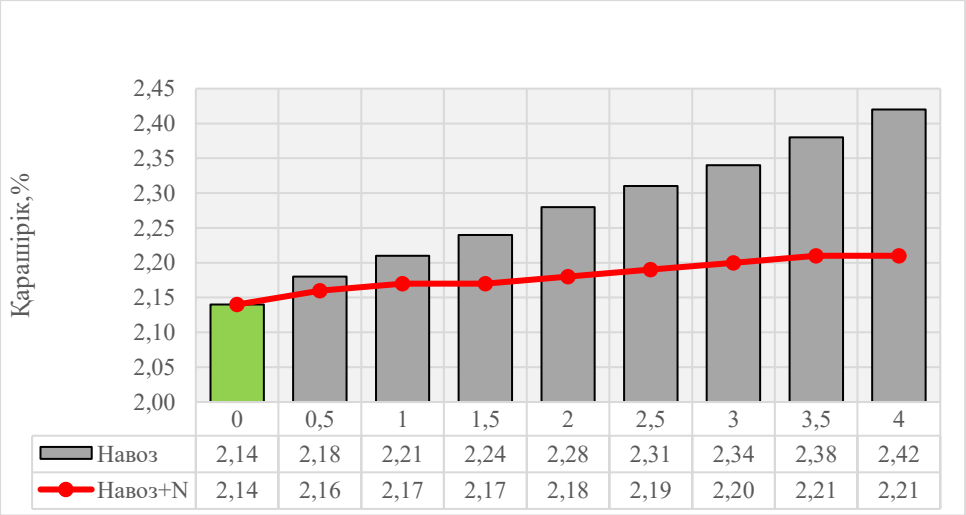
Тәжірибе нұсқалары	Бақылауға қатысты қарашірік құрамының өзгеруі, %			
	Бөлек енгізу			Бірлескен енгізу
	NPK	Навоз	Сумма	
1111	-0,01	0,07	0,06	0,06
2222	0,01	0,14	0,15	0,14
3333	0,03	0,21	0,24	0,22
4444	0,04	0,28	0,32	0,30

Осылайша, NPK мен көңді бірлесіп қолдану қарашіріктің жоғары абсолютті деңгейін

қамтамасыз етті, алайда олардың арасында өзара күшейту әсері байқалмады.

Жеке енгізілген азот және калий тыңайтқыштары оның құрамына айтарлықтай әсер етпеді, бұл олардың теңдеуде көрініс таппауымен расталады. Алайда оларды бірлесіп енгізу бұл көрсеткішті қандай да бір жолмен өзгертті және әсерінің күші мен бағыты бойынша біркелкі болмады. 2-суретте азот тыңайтқышын көңмен бірге қолданған кезде қарашірік құрамының өзгерісін сипаттайтын есептік деректер келтірілген. Нәтижелер азотты көңмен бірге енгізу органикалық тыңайтқыштың қарашірікті сақтау әсерін күшейтпегенін, керісінше әлсіреткенін көрсетті. Мәселен, көң мөлшерін арттырғанда қарашіріктің құрамы 2,14-тен 2,42% - ға, яғни 0,28 абсолюттік пайызға өсті. Ал көңді азот тыңайтқышымен қолданғанда бұл өсім небәрі 0,07 абсолюттік пайызды құрады. Факторлардың жоғары деңгейінде көрсеткішті тұрақтандыру үрдісі байқалды.

Аталған нәтижелер негізінен әдеби деректерге сәйкес келеді. Ұзақ мерзімді тәжірибелерге жасалған шолулар азот тыңайтқыштарының топырақтағы органикалық көміртегі құрамына әсері ауылшаруашылық тәжірибелері арасында ең төмен деңгейде болғанын, ал көңнің әсері анағұрлым айқын байқалғанын көрсетеді [13]. Сонымен қатар, дала экожүйесінде топырақты ұзақ уақыт азотпен байыту минералдармен байланысқан органикалық көміртек мөлшерін арттырғанымен, дискретті органикалық заттар құрамындағы көміртектің азаюын өтей алмады. Соның салдарынан топырақтағы органикалық көміртектің жалпы қоры төмендеген [14]. Модельдік тәжірибелерде де [15] азот енгізу органикалық заттардың жылжымалы фракциясының ыдырауын күшейтетіні, ал минералды фракциялардың оған әлдеқайда әлсіз жауап беретіні анықталған.



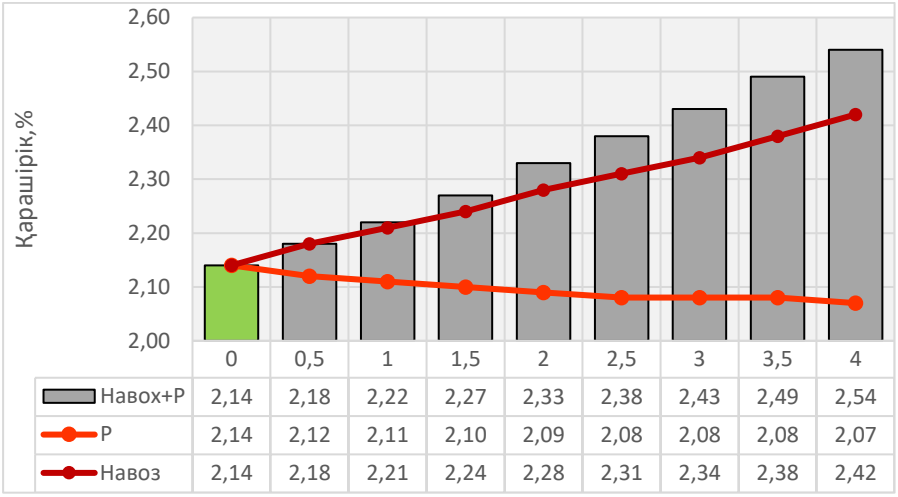
2-сурет – Көңнің әртүрлі мөлшері аясында азот тыңайтқыштары нормасының артуының топырақтың 0-30 см қабатындағы қарашірік құрамына әсері

Тұтастай алғанда, бұл нәтижелер азотпен қоректену аясында көң әсерінің әлсіреуін топырақтағы органикалық заттардың тұрақсыз формаларының жеткіліксіз сақтауының ықтимал салдары ретінде қарастыруға негіз береді.

3-суретте фосфор тыңайтқышын жеке және көңмен бірге қолданған кездегі қарашірік құрамының әсерін сипаттайтын мәліметтер келтірілген.

Фосфор тыңайтқышының қарашірік құрамына әсері органикалық фонға тәуелді болды. Егер көңді жеке енгізу қарашірік құрамын 2,42% - ға дейін арттырса, фосфор тыңайтқышын жеке қолдану, керісінше, оның мөлшерін бақылау нұсқасымен салыстырғанда 2,07% - ға дейін төмендетті. Көң мен фосфор тыңайтқыштарын бірге қолданған кезде қарашірік мөлшерінің ең жоғары өсімі байқалады және бұл әсер тыңайтқыш мөлшері артқан сайын күшейе түсті. Демек, фосфор тыңайтқышының қарашіріктік күйге оң ықпалы тек органикалық фон жағдайында ғана айқын көрінді. Ұқсас ұқсастық әдеби деректерде де келтірілген: көң мен минералды фосфорды бірлесіп қолдану оларды әрқайсысын жеке

енгізуге қарағанда анағұрлым тиімді болуы мүмкін [12,13,16].

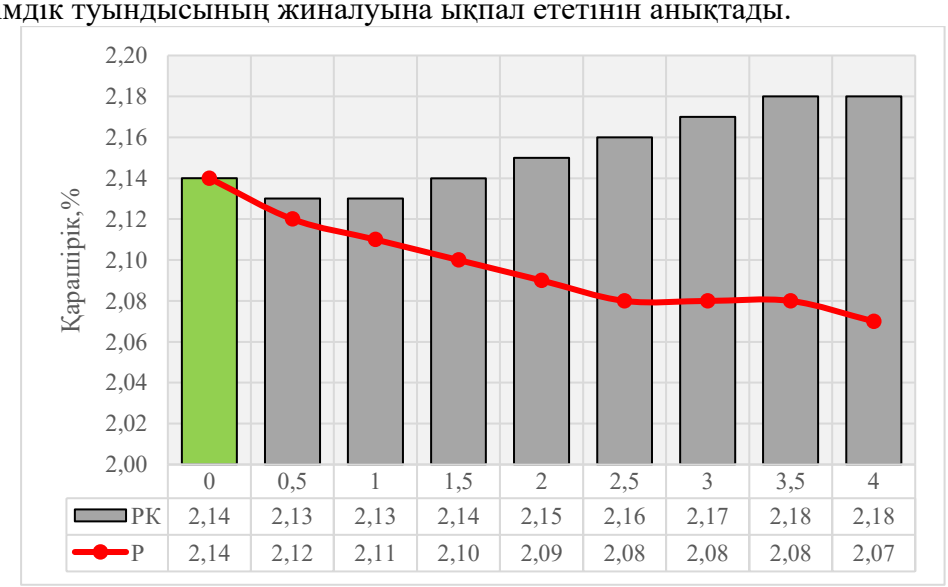


	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
Навох+Р	2,14	2,18	2,22	2,27	2,33	2,38	2,43	2,49	2,54
Р	2,14	2,12	2,11	2,10	2,09	2,08	2,08	2,08	2,07
Навоз	2,14	2,18	2,21	2,24	2,28	2,31	2,34	2,38	2,42

3-сурет – Көңнің әртүрлі мөлшерлері аясында фосфор тыңайтқышының өсіп келе жатқан нормаларының топырақтың 0-30 см қабатындағы қарашірік құрамына әсері

Калий мен фосфор тыңайтқыштарының өзара әрекеттесуінің топырақтағы қарашіріктің құрамына әсері туралы алынған мәліметтер ерекше қызығушылық тудырады (4-сурет). Егер калийді жеке енгізу бұл көрсеткішке дәлелденетін әсер етпесе, ал тек фосфорды жеке енгізу оның төмендеуімен қатар жүрсе, онда оларды бірге қолдану тыңайтқыштардың төмен дозалары аясында аздаған ауытқулармен болсада, қарашірік құрамының біртіндеп 2,18% - ға дейін өсуіне әкелді, бұл фосфор нұсқасының көрсеткіштерінен 0,11 абсолюттік пайызға жоғары.

Алынған нәтижелер, әдетте, әдеби көздерге сәйкес келеді, дегенмен қарашіріктің құрамына фосфор мен калий тыңайтқыштарының өзара әрекеттесуі бойынша қарастырылып отырған топырақ түріне арналған тікелей жұмыстарды анықтау мүмкін болмады. Мета-талдауда [17] көп компонентті минералды қоректену, жалпы алғанда, топырақтағы органикалық көміртегі қорын арттырады, ал ең айқын әсер калийдің орташа дозаларында және топырақтың фосформен жоғары қамтамасыз етілуінде байқалады. Ұзақ тәжірибеде [18] сонымен қатар топырақтың фосфор мен калиймен қамтамасыз етілуінің жоғарылауы микробтық биомассаның күйін өзгертетінін және калийдің қосылуы органикалық көміртектің өсімдік туындысының жиналуына ықпал ететінін анықтады.



	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
РК	2,14	2,13	2,13	2,14	2,15	2,16	2,17	2,18	2,18
Р	2,14	2,12	2,11	2,10	2,09	2,08	2,08	2,08	2,07

4-сурет – Фосфор мен калий тыңайтқыштарының әртүрлі мөлшерлерінің топырақтың 0-30 см қабатындағы қарашіріктің құрамына әсері

25 жылдық далалық тәжірибеде [19] минералды тыңайтқыштардың барлық нұсқалары, соның ішінде фосфор-калий нұсқалары, қоректендірілмеген нұсқамен салыстырғанда топырақта органикалық көміртегі мөлшері жоғары болды, дегенмен ең жоғары әсерге минералды және органикалық тыңайтқыштарды біріктіру арқылы қол жеткізілді. Сондықтан зерттелеліп отырған жағдайларда фосфор-калий тыңайтқышының әсерін орташа, бірақ оң деп бағалауға болады.

Қорытынды. Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы суармалы ашық қара-қоңыр топырағындағы жүргізілген ұзақ мерзімді көп факторлы стационарлық тәжірибеде 0 – 30 см қабаттағы қарашіріктің мөлшері көбінесе көңді енгізу және оны минералды тыңайтқыштармен біріктіру сипатымен анықталды. Алынған регрессиялық модельдің детерминациялық коэффициенті жоғары (R2 = 0.96), бұл тыңайтқыштардың қарашірік құрамына әсерін және олардың өзара әрекеттесуін сандық тұрғыдан бағалау үшін модельдің жоғары ақпараттық мәнін көрсетеді.

Қарашіріктің құрамына ең айқын оң әсер көңді жеке енгізу болды. Факторлардың есептік диапазонында қарашіріктің мөлшері 2,14-тен 2,42% - ға дейін, яғни 0,28 абсолюттік пайызға артты, бұл ретте әрбір 10 т/га көңді енгізу 0-30 см топырақ қабатында қарашірік құрамының орта есеппен 0,035% - ға ұлғаюымен қатар жүрді. Толық минералды тыңайтқышты (NPK) жыл сайын қолдану айтарлықтай төмен тиімділік көрсетті және қарашірік мөлшерін 2,13-2,18% аралығында ғана сақтады. $N_{60}P_{60}K_{60}$ бір нормасы кезінде тіпті бақылаумен салыстырғанда көрсеткіштің 0,01% төмендеу үрдісі байқалды.

Толық минералды тыңайтқыштар мен көңдердің өсіп келе жатқан нормаларын бірлесіп қолдану қарашіріктің жоғары абсолюттік деңгейін қамтамасыз етті - 2,44% дейін, бірақ өзара әрекеттесудің оң әсерімен бірге жүрмеді. Бірлесіп қолданған кезде қарашірік құрамының нақты өсуі оларды бөлек енгізудің әсерінің есептік сомасына тең немесе одан сәл төмен болды.

Көңнің өсіп келе жатқан нормалары аясында енгізілген азот тыңайтқыштары органикалық тыңайтқыштың қарашірікті сақтау әсерін күшейтпеді, бірақ оның әлсіреуіне әкелді. Егер көң мөлшерін арттырғанда топырақтағы қарашіріктің мөлшері 2,14-тен 2,42% - ға дейін өссе, ал тыңайтқыш жүйесіне азотты енгізгенде тек 2,21% - ға дейін артқан болса, онда оның өсімі 0,28 абсолюттік пайыздың орнына не бәрі 0,07 абсолбттік пайызды құрады.

Фосфор тыңайтқышы, керісінше, топырақтың қарашірік күйіне тек органикалық фон жағдайында оң әсер етті. Фосфорды жеке қолдану қарашіріктің құрамының 2,14-тен 2,07% - ға дейін төмендеуіне әкелсе, тыңайтқыштарды бірге қолданған нұсқаларда оның мөлшері 2,54% - ға дейін өсті, бұл көрсеткіш тек көң қолданғандықтан 0,12 абсолюттік пайызға жоғары болды.

Қарашіріктің құрамына фосфор мен калий тыңайтқыштарының өзара әсері орташа деңгейде оң нәтиже көрсетті. Оларды бірге қолданғанда қарашіріктің мөлшері 2,18% - ға дейін өсті, бұл тек фосфор енгізген нұсқамен (2,07%) салыстырғанда 0,11 абсолюттік пайызға жоғары болды. Жалпы алғанда, алынған нәтижелер суармалы ашық қара-қоңыр топырағының қарашіріктік күйін сақтау мен арттыруда органикалық заттардың шешуші рөл атқаратынын көрсетеді.

Қаржыландыру. Зерттеу №AP26104031 "Климаттың өзгеруі жағдайында тыңайтқыштарды ұзақ уақыт қолданған кезде топырақтың антропогендік өзгерістерін агроэкологиялық бағалау " жобасы, Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті, Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты шеңберінде орындалды. Авторлар Топырақтану және агрохимия зертханасының ұжымына далалық және зертханалық зерттеулер жүргізуге жәрдемдескені үшін алғыс білдіреді (2025-2027 жж.)

Әдебиеттер:

[1] **Кононова, М.М.** Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 314 с.

[2]. **Орлов, Д.С.** Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с.

[3] **Howe, J.A.,** McDonald M. D., Burke J., Robertson Г, Gentry T. J., Coker H., Lewis K. L. Influence of fertilizer and manure inputs on soil health: A review // Soil Security. 2024. Vol. 16. Article 100155. https://doi.org/10.1016/j.soisec.2024.100155

[4] **Nunez, A.,** Cotrufo M. F., Schipanski M. Irrigation effects on the formation of soil organic matter from aboveground plant litter inputs in semiarid agricultural systems // Geoderma. 2022. Vol. 416. Article 115804. https://doi.org/10.1016/j.geoderma. 2022. 115804.

[5] **Gross, A.,** Glaser B. Meta-analysis on how manure application changes soil organic carbon storage // Scientific Reports. 2021. Vol. 11. Article 5 516. https://doi.org/10.1038/s41598- 021-82739-7.

[6] **Das, S.,** Liptzin D., Maharjan B. Long-term manure application improves soil health and stabilizes carbon in continuous maize production system // Geoderma. 2023. Vol. 430. Article 116338. DOI: 10.1016/j.geoderma.2023.116338.

[7] ГОСТ 17.4.4.02-2017. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – М.: Стандартинформ, 2018.

[8] ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. М.: Изд-во стандартов, 1992.

[9] **Доспехов, Б.А**. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

[10] **Перегудов, В. Н**. Проведение многофакторных опытов с удобрениями и математический анализ их результатов: методические указания. М.: ВИУА, 1976. 111 с.

[11] **Gamayunova, V.,** Honenko L., Baklanova T., Pylypenko T. Changes in soil fertility in the southern steppe zone of Ukraine // Ecological Engineering & Environmental Technology. 2025. Vol. 26, No. 4. P. 229-236. DOI: 10.12912/27197050/201190.

[12] **Пронько, В. В.,** Пронько Н. А., Рухович О. В., Беличенко М. В., Романенков В. А., Ярошенко Т. М., Климова Н. Ф., Журавлев Д. Ю. Влияние удобрений на плодородие орошаемых темно-каштановых почв Поволжья и продуктивность сельскохозяйственных культур // Агрохимия. 2020. № 6. С. 53-63. https://doi.org/10.31857/S0002188120060083

[13] **Bolinder, M. A.,** Crotty F., Eisen A., Frac M., Kismanyoky T., Lipiec J., Tits M., Toth Z., Katterer T. The effect of crop residues, cover crops, manures and nitrogen fertilization on soil organic carbon changes in agroecosystems: a synthesis of reviews // Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. 2020. Vol. 25, No. 6. P. 929-952. https://doi.org/10.1007/s 11027-020-09916-3

[14] **Liu, L.,** Yang J., Wang J., Yu Q., Wei C., Jiang L., Huang J., Zhang Y., Jiang Y., Zhang H., Han X. Increase in mineral-associated organic carbon does not offset the decrease in particulate organic carbon under long-term nitrogen enrichment in a steppe ecosystem // Soil Biology and Biochemistry. 2025. Vol. 202. Article 109695. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2024.109695

[15] **Zheng, Y.,** Jin J., Wang X., Clark G. J., Franks A. E., Tang C. Nitrogen addition increases the glucose-induced priming effect of the particulate but not the mineral-associated organic carbon fraction // Soil Biology and Biochemistry. 2023. Vol. 184. Article 109106. DOI: 10.1016/j.soilbio.2023.109106.

[16] **Reddy, D.D.,** Rao A. S., Rupa T. R. Effects of continuous use of cattle manure and fertilizer phosphorus on crop yields and soil organic phosphorus in a Vertisol //Bioresource Technology. 2000. Vol. 75, No. 2. P. 113-118. https://doi.org/10.1016/S0960- 8524(00)00050-X

[17] **Liu, Y.,** Li C., Cai G., Sauheitl L., Xiao M., Shibistova O., Ge T., Guggenberger G. Meta¬analysis on the effects of types and levels of N, P, and K fertilization on organic carbon in cropland soils // Geoderma. 2023. Vol. 437. Article 116580. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2023.116580

[18] **Schwalb, S. A.,** Hemkemeyer M., Christensen B. T., Heinze S., Oliva R. L., Joergensen R. G., Wichern F. Disentangling the effects of mineral fertiliser N, P and K on microbial biomass, necromass and ionome in soil from the Askov long-term field experiment // Soil Biology and Biochemistry. 2024. Vol. 191. Article 109449. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2024.109449

[19] **Wang, S.-X,** Liang X.-Q., Luo Q.-X, Fan F., Chen Y.-X., Li Z.-Z., Sun H.-X., Dai T.-F., Wan J.-N., Li X.-J. Fertilization increases paddy soil organic carbon density // Journal of Zhejiang University-SCIENCE B. 2012. Vol. 13, No. 4. P. 274-282. https://doi.org/10.1631/jzus.Bl 100145

References:

[1] **Kononova, M.M.** Organicheskoe veshhestvo pochvy, ego priroda, svojstva i metody izuchenija. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1963. – 314 s. [in Russian]

[2]. **Orlov, D.S**. Gumusovye kisloty pochv i obshhaja teorija gumifikacii. – M.: Izd-vo MGU, 1990. – 325 s. [in Russian]

[3] **Howe, J.A.,** McDonald M. D., Burke J., Robertson G, Gentry T. J., Coker N., Lewis K. L. Influence of fertilizer and manure inputs on soil health: A review // Soil Security. 2024. Vol. 16. Article 100155. https://doi.org/10.1016/j.soisec.2024.100155

[4**] Nunez, A.,** Cotrufo M. F., Schipanski M. Irrigation effects on the formation of soil organic matter from aboveground plant litter inputs in semiarid agricultural systems // Geoderma. 2022. Vol. 416. Article 115804. https://doi.org/10.1016/j.geoderma. 2022. 115804.

[5**] Gross, A.,** Glaser B. Meta-analysis on how manure application changes soil organic carbon storage // Scientific Reports. 2021. Vol. 11. Article 5 516. https://doi.org/10.1038/s41598- 021-82739-7.

[6] **Das, S.,** Liptzin D., Maharjan B. Long-term manure application improves soil health and stabilizes carbon in continuous maize production system // Geoderma. 2023. Vol. 430. Article 116338. DOI: 10.1016/j.geoderma.2023.116338.

[7] GOST 17.4.4.02-2017. Ohrana prirody. Pochvy. Metody otbora i podgotovki prob dlja himicheskogo, bakteriologicheskogo, gel'mintologicheskogo analiza. – M.: Standartinform, 2018.

[8] GOST 26213-91. Pochvy. Metody opredelenija organicheskogo veshhestva. M.: Izd-vo standartov, 1992.

[9] **Dospehov, B.A**. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij). 5-e izd., dop. i pererab. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s. [in Russian]

[10] **Peregudov, V. N**. Provedenie mnogofaktornyh opytov s udobrenijami i matematicheskij analiz ih rezul'tatov: metodicheskie ukazanija. M.: VIUA, 1976. 111 s. [in Russian]

[11] **Gamayunova, V.,** Honenko L., Baklanova T., Pylypenko T. Changes in soil fertility in the southern steppe zone of Ukraine // Ecological Engineering & Environmental Technology. 2025. Vol. 26, No. 4. P. 229-236. DOI: 10.12912/27197050/201190.

[12] **Pron'ko, V. V**., Pron'ko N. A., Ruhovich O. V., Belichenko M. V., Romanenkov V. A., Jaroshenko T. M., Klimova N. F., Zhuravlev D. Ju. Vlijanie udobrenij na plodorodie oroshaemyh temno-kashtanovyh pochv Povolzh'ja i produktivnost' sel'skohozjajstvennyh kul'tur // Agrohimija. 2020. № 6. S. 53-63. https://doi.org/10.31857/S0002188120060083

[13] **Bolinder, M. A.,** Crotty F., Eisen A., Frac M., Kismanyoky T., Lipiec J., Tits M., Toth Z., Katterer T. The effect of crop residues, cover crops, manures and nitrogen fertilization on soil organic carbon changes in agroecosystems: a synthesis of reviews // Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. 2020. Vol. 25, No. 6. P. 929-952. https://doi.org/10.1007/s 11027-020-09916-3

[14] **Liu, L.,** Yang J., Wang J., Yu Q., Wei C., Jiang L., Huang J., Zhang Y., Jiang Y., Zhang H., Han X. Increase in mineral-associated organic carbon does not offset the decrease in particulate organic carbon under long-term nitrogen enrichment in a steppe ecosystem // Soil Biology and Biochemistry. 2025. Vol. 202. Article 109695. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2024.109695

[15] **Zheng, Y.,** Jin J., Wang X., Clark G. J., Franks A. E., Tang C. Nitrogen addition increases the glucose-induced priming effect of the particulate but not the mineral-associated organic carbon fraction // Soil Biology and Biochemistry. 2023. Vol. 184. Article 109106. DOI: 10.1016/j.soilbio.2023.109106 .

[16] **Reddy, D.D.,** Rao A. S., Rupa T. R. Effects of continuous use of cattle manure and fertilizer phosphorus on crop yields and soil organic phosphorus in a Vertisol //Bioresource Technology. 2000. Vol. 75, No. 2. P. 113-118. https://doi.org/10.1016/S0960- 8524(00)00050-X

[17] **Liu, Y.,** Li C., Cai G., Sauheitl L., Xiao M., Shibistova O., Ge T., Guggenberger G. Meta¬analysis on the effects of types and levels of N, P, and K fertilization on organic carbon in cropland soils // Geoderma. 2023. Vol. 437. Article 116580. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2023.116580

[18] **Schwalb, S. A.,** Hemkemeyer M., Christensen V. T., Heinze S., Oliva R. L., Joergensen R. G., Wichern F. Disentangling the effects of mineral fertiliser N, P and K on microbial biomass, necromass and ionome in soil from the Askov long-term field experiment // Soil Biology and Biochemistry. 2024. Vol. 191. Article 109449. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2024.109449

[19] **Wang, S.-X**, Liang X.-Q., Luo Q.-X, Fan F., Chen Y.-X., Li Z.-Z., Sun H.-X., Dai T.-F., Wan J.-N., Li X.-J. Fertilization increases paddy soil organic carbon density // Journal of Zhejiang University-SCIENCE B. 2012. Vol. 13, No. 4. P. 274-282. https://doi.org/10.1631/jzus.Bl 100145

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В СВЕТЛО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЕ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА ПОД ВЛИЯНИЕМ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И НАВОЗА

Е.К.Жусупбеков.*, кандидат сельскохозяйственных наук
В.Н.Гусев., кандидат сельскохозяйственных наук
А.Д. Малимбаева., кандидат сельскохозяйственных наук
К.У.Рустемова. магистр сельскохозяйственных наук

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», п. Алмалыбак, Казахстан

Аннотация. Изучено влияние длительного применение минеральных удобрений и навоза различной интенсивности на содержание гумуса в орошаемой светло-каштановой почве юго-востока Казахстана. Исследования выполнены в длительном многофакторном стационарном опыте, заложенном в 1991 г., по неполной факториальной схеме 1/8 (4×4×4×4), включающей 32 варианта в двухкратной повторности. Почвенные образцы отбирались из слоя 0-30 см, содержание гумуса определяли по методу Тюрина. Обработку результатов проводили методом дисперсионного регрессионного анализа. Для гумуса получена регрессионная модель с высоким коэффициентом множественной детерминации (R^2 = 0.96). Установлено, что самостоятельное внесение навоза обеспечивало повышение содержания гумуса с 2,14 до 2,42%, то есть на 0,28 абс. % тогда как действие полного минерального удобрения (NPK) было значительно слабее и было близким к контрольному варианту. Совместное внесение минеральных удобрений и навоза обеспечивало высокий абсолютный уровень гумуса – до 2,44%. Азотные удобрения, внесенные на фоне навоза, ослабляли его положительное влияние на накопление гумуса. Максимальный эффект получен при совместном внесении навоза с фосфором, где содержание гумуса повышалось до 2,54%, тогда как самостоятельное внесение фосфорного удобрения сопровождалось снижением показателя до 2,07%. При совместном применении фосфора и калия содержание гумуса достигало 2,18%, что на 0,11 абс. % выше, чем в варианте с одним фосфором. Полученные результаты подтверждают решающую роль вносимого органического вещества в стабилизации гумусового состояния орошаемой светло-каштановой почвы и показывают возможность количественной оценки длительного действия удобрений на этот показатель с использованием регрессионных моделей.

Ключевые слова: орошаемая светло-каштановая почва, гумус, навоз, минеральные удобрения, длительный стационарный опыт, регрессионный анализ.

PATTERNS OF CHANGE IN HUMUS CONTENT IN LIGHT CHESTNUT SOIL OF SOUTH-EASTERN KAZAKHSTAN UNDER LONG-TERM APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS AND MANURE

E.K. Zhusupbekov.*, Candidate of Agricultural Sciences
V.N. Gusev., Candidate of Agricultural Sciences
A.D. Malimbayeva., Candidate of Agricultural Sciences
K.U. Rustemova Master of Agricultural Sciences

'LLP "Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing", Almalybak settlement, Kazakhstan

Annotation. The effect of long-term application of mineral fertilizers and manure at different intensities on humus content in irrigated light chestnut soil of South-Eastern Kazakhstan was studied. The research was carried out in a long-term multifactorial stationary7 field experiment established in 1991 according to an incomplete factorial design 1/8 (4x4^4 ^4). including 32 treatments in two replications. Soil samples were taken from the 0-30 cm layer, and humus content was determined by the Tyurin method. The results were processed using analysis of variance and regression analysis. For humus content, a regression model with a high coefficient of multiple determination was obtained (R2 = 0.96). It was established that the application of manure alone increased humus content from 2.14 to 2.42%, i.e. by 0.28 percentage points, whereas the effect of complete mineral fertilization (NPK) was considerably weaker and close to the control treatment. The combined application of mineral fertilizers and manure ensured a high absolute level of humus content, up to 2.44%. Nitrogen fertilizers applied against the background of manure reduced its positive effect on humus

accumulation. The maximum effect was obtained with the combined application of manure and phosphorus, where humus content increased to 2.54%, while the application of phosphorus fertilizer alone was accompanied by a decrease in this indicator to 2.07%. With the combined application of phosphorus and potassium, humus content reached 2.18%, which was 0.11 percentage points higher than in the treatment with phosphorus alone. The results confirm the decisive role of applied organic matter in stabilizing the humus status of irrigated light chestnut soil and demonstrate the possibility of quantitatively assessing the long¬term effect of fertilizers on this indicator using regression models.

Keywords: irrigated light chestnut soil, humus, manure, mineral fertilizers, long-term stationary' field experiment, regression analysis.

ҒТАМР 68.29.15 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.369

СҰР ТОПЫРАҚҚА ОРГАНИКАЛЫҚ МЕЛИОРАНТТАРДЫ ҚОЛДАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ

Тағаев А.М., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
t.asanbai@mail.ru, https: //orcid.org/0000-0002-5590-1776
Қостақов А.К., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
amandik72@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-8742-4516
Махмаджанов С.П., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
max_s1969@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-5623-0591
Дүйсен О.К., ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі
orazkhan-pro@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-6571-7641
Базарбай З.К., ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі
zauytbek95@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-5639-485X

Мақта және бақша ауылшаруашылығы тәжірибе станциясы, Атакент а., Қазақстан

Андатпа. Органикалық мелиоранттарды қолдану негізінде, топырақтың агрохимиялық қасиеттері бойынша жылжымалы нитрат – NO_3 және фосфат – P_2O_5 құрамдарының өзгеру динамикасын анықтау міндеттері осы зерттеу жұмысында жоспарланған,

Сұр топырақ жағдайында, топырақтың құнарлылығын арттыру және топырақтың деградация процестерін төмендету мақсатында, органикалық мелиоранттарды қолданудың тиімділігін зерттеу, осы ғылыми-зерттеу жұмысының негізгі бағыттарының бірі болып табылады. Осы зерттеудің нысаны, органикалық мелиоранттарды қолдану арқылы отандық Мақтаарал-5027 жаңа отандық мақта сортын баптаудың агротехнологиясын әзірлеу болып табылады.

Зерттеу барысында, топырақтың нитрификация процесінің белсенді жүріп жатқаны анықталды, яғни ол органикалық мелиорантты 3,5 тн/га мөлшерде (жер жыртудан алдын) және 0,5 тн/га (көктемде-топырақты қопсытудан алдын) және Soil conditioner-топырақ жақсартқышын 350 кг/га мөлшерде (жер жыртудан алдын) және 50 кг/га (көктемде-топырақты қопсытудан алдын) мөлшерінде қолданғанда, топырақтың жылжымалы нитрат – NO_3 құрамы 14,8 мг/кг құраса, топырақтың жылжымалы фосфор P_2O_5 құрамы 25,1 мг/кг құрады, яғни бақылау нұсқасымен салыстырғанда, сәйкесінше 52,5-53,3 %-ға жоғары құрамдалғаны анықталды.

Суармалы жағдайында топыраққа, органикалық мелиоранттарды қарқынды қолдану, топырақтың физикалық және химиялық деградация процестерін төмендетуге ықпал ететіні айқындалды.

Тірек сөздер: мақта, топырақ, агромелиорация, мелиорант, жылжымалы нитрат құрамы – NO_3, жылжымалы фосфор құрамы – P2O5.

Кіріспе. Өсімдікке қажет қоректік заттардың барлық түрлері органикалық мелиоранттарда кездеседі: азот, фосфор, калий және басқа қоректік заттар, сонымен қатар әдетте ылғал көп болады. Органикалық тыңайтқыштарды топыраққа қолданғанда, топырақты қоректік заттармен байытады, бұл тыңайтқыштарда азот, фосфор, калий, кальций, магний және микроэлементтер табиғи түрде құрамдалады, бірақ төмен концентрацияда болады.

Қазіргі уақытта Түркістан облысының суармалы егіншілік жағдайында, топырақтың үдемелі дегумификациясы және топырақтың қоректік элементтерінің төмендеуі байқалады. Бұл жағдайдың жағымсыз салдары, соңғы уақытта суармалы егіншілік жағдайында органикалық тыңайтқыштар қолданылмай келеді, осыған сүйене отырып, сұр топырақтарда деградация процестері өріс алып, топырақтың деградациясы басымданып отыр. Сондықтан да топырақтың сортаңдануы, бұл топырақтың жылжымалы нитрат (NO_3) және фосфат (P_2O_5) құрамдарының мөлшерін төмендетеді.

Өсімдіктердің топырақтан азот, фосфор және калийді сіңіру қарқындылығы - бұл факторлардың барлығы, топырақтың тұздануы салдарынан бұзылады, ал тежелудің себебі, ол метаболизмнің жалпы деңгейінің төмендеуі салдарынан болады, осындай жағдайларда минералдық заттар әлсіз қозғалады. Сондықтан да, орташа сортаңданған топырақтарға, өсімдіктердің өнімділігін арттыру үшін органикалық тыңайтқыштармен ұтымды

қоректендіру қажет. Сонда ғана, топырақтың құнарлылығын арттырумен қатар, мақта өнімділігі де артады.

Органикалық мелиоранттардың оңтайлы мөлшері, мақтаның минералды тамақтануының негізгі элементтері - азот пен фосфорға деген қажеттілігін қанағаттандыру арқылы тамақтану режимін жақсартады. Бұл жағдайда өсімдік тіндерінде зиянды тұз иондарының жиналу мөлшерінің төмендеуіне байланысты өсімдіктердің тұзға төзімділігі артады.

Органикалық мелиоранттардың оңтайлы мөлшері, мақта дақылының негізгі минералды қоректік заттарына, яғни азот пен фосфорға деген қажеттілігін қанағаттандыра отырып, қоректік ережені жақсартады. Сонымен қатар, өсімдік денесінде зиянды тұздар иондары құрамының төмендеуіне байланысты, өсімдіктердің зиянды тұздарға төзімділігі артады.

Сондықтан да, сұр топырақтағы деградация және эрозия процестерінің басымды жерлерінде органикалық мелиоранттарды қолдана отырып, топырақ-қор үнемдейтін инновациялық технологияларды өндіріске қарқынды түрде терең енгізу қажет.

Топырақтың деградация процестері өріс алған және топырақтардың қайталама сортаңданған жерлер жағдайында және де Түркістан облысы ауылшаруашылығы саласының тиімділігін арттыру мақсатында – жаңа буынның жоғары технологиялық органикалық биологиялық мелиоранттарды топыраққа тиімді қолдануға негізделген, мақта баптаудың топырақ-қор үнемдейтін технологияны әзірлеу және өндіріске ендіру бойынша ғылыми зерттеулердің қажеттілігі өте өзекті болып отыр.

Еліміздің агроөнеркәсіптік кешенін дамытудың 2021-2030 жылдарға арналған тұжырымдамасында, өсімдік шаруашылығы саласында әртараптандыру процестерін қарқынды жүргізу мәселесі айтылған. Сондай-ақ суармалы жерлерді кеңейту және заманауи ылғал үнемдеу технологияларын өндіріске енгізу, өте баяу жүріп жатқаны да атап өтілген. Қолданылатын минералды тыңайтқыштардың көлемі ғылыми негізделген мөлшердің тек 23% құрайды, ал органикалық тыңайтқыштар бойынша, тек 1,2 % ғана деп көрсетілген [1].

Еліміздің президенті Қасым-Жомарт Тоқаевтың «Жасанды интеллект дәуіріндегі Қазақстан: өзекті мәселелер және оны түбегейлі цифрлық өзгерістер арқылы шешу» атты жаңа Жолдауында ауыл шаруашылығына ерекше назар аударылды. Президент, ауыл шаруашылығы саласын жаңа деңгейге көтеру қажеттігін атап өтті. Көптеген аймақтарда тігінен біріктірілген агроөнеркәсіптік кешендер бар. Бұл кәсіпорындар өндіріс тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін цифрлық технологияларды кеңінен қолданумен сипатталады. Жетекші ауыл шаруашылығы өндірушілерінің жетістігі, ауыл шаруашылығы өнімдерін өсіруден бастап оны терең өңдеуге дейінгі толық өндірістік циклды құрумен де байланысты. Сондықтан мұндай агрохолдингтердің тәжірибесін тарату үшін жүйелі жағдайлар жасау керек. Мұндай шаралар ауыл шаруашылығында инновациялар мен ғылыми әзірлемелерді кеңінен қолдануға негіз болады [2].

Ел президенті Қасым-Жомарт Тоқаевтың Жолдауларында, АӨК дамуына ерекше назар аударылды: Жолдауда «Ауыл шаруашылығы-біздің негізгі ресурсымыз, бірақ ол толық көлемде пайдаланылмай келеді. Біздің міндетіміз - жерді тиімді пайдалануды қамтамасыз ету – деп атап көрсетілген. Осы саланы нормативтік-құқықтық реттеуді қамтамасыз ету, сондай-ақ заманауи технологиялар мен инновацияларды енгізу үшін экономикалық ынталандыруды әзірлеу қажет және ауыл шаруашылығын дамыту проблемасы басты мәселелердің бірі болып қала беретіні ерекше атап өтілген. Саланың жағдайы елдің азық-түлік қауіпсіздігіне тікелей әсер етеді. Президент, агросалаға озық технологиялық шешімдер қажет екенін ерекше атап өтті [3-5].

Сондықтан да, мемлекеттік міндеттерді орындау үшін, біз топырақтың деградация процестерінің алдын алуға, тиімдіі экономикалық дамуды оңтайландыруға және де Түркістан облысының топырақты үдемелі дегумификациялау жағдайында, экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етуге ықпал ететін жаңа буынның жоғары технологиялық органикалық-биологиялық мелиоранттарды тиімді қолдану негізінде, мақта өсірудің топырақ-қор үнемдеуші жүйесін әзірлеу жөніндегі бағдарламаны жүзеге асыруға тиіспіз.

Түркістан облысы топырағының үдемелі деградациясы жағдайында, жер қорларын

ұтымды пайдалану, топырақтың деградация процестерінің алдын алуға ықпал ететін жаңа буынның жоғары технологиялық органикалық-биологиялық мелиоранттарын тиімді қолдану негізінде, мақта өсірудің топырақ-ресурс үнемдеуші технологиялар, қазіргі уақытта өндіріске өте қажет болып отыр.

Барлық топырақ жағдайында, топырақтың сортаңдану кең таралған және барлық дақылдардың өнімділігіне теріс әсер етіп отыр. Топырақтың тұзденуының жағымсыз әсерлері көптеген елдерде таралып, қоршаған ортаға, адам денсаулығына, ауылшаруашылық өндірісіне және азық-түлік қауіпсіздігіне қауіп төндіріп келеді. Тұзданудың жағымсыз салдары, топырақтың физика-биохимиялық қасиеттеріне, демек, дақылдардың өсуі мен дамуына өте зиянды әсер етеді. Тұзды топырақтарда өсірілген ауылшаруашылық өсімдіктері қоректік заттардың жетіспеушілігін сезінеді, сондықтан ауылшаруашылығы дақылдарын өсіруші мамандар, топыраққа үлкен мөлшерде тыңайтқыштар ендіреді Қоректік заттардың жетіспеушілігі топырақтың тұзденуының жанама әсері болып табылады және топырақтың сілтіленуі мен иондардың бәсекелестігінің нәтижесі болуы мүмкін. Сондықтан топырақтың тұзденуы, топырақтың биологиялық белсенділігіне және дақылдардың өнімділігіне кері әсерін тигізеді [6-11].

Органикалық мелиоранттар топырақта жинақталған тұздардың мөлшерін азайтады және өсімдіктердің топырақтан қоректік заттарды көбірек пайдалануын қамтамасыз етеді, сонымен қатар топырақтағы ылғалды сақтауды жақсарту арқылы қоректік заттардың сақталу жағдайларын жақсартады. Органикалық мелиоранттарды топыраққа, әсіресе сұр топыраққа тиімді қолданғанда, топырақтағы органикалық заттардың мөлшері артады және дақылдардың өнімділігін арттыруға оңтайлы әсер етеді [12,13].

Шыңжаң мақта плантацияларының (ҚХР) тұзды топырақтарындағы тұрақты органикалық жетілдіру өте маңызды шешімдер қабылданған зерттеу бағытына айналды. Қолданыстағы зерттеулер, фульво қышқылына немесе аминқышқылдарына негізделген органикалық тыңайтқыштарды ерекше қолдану, топырақтың күйін айтарлықтай жақсартып, дақылдардың өнімділігі мен сапасын арттыра алатынын көрсетеді [14-16].

Органикалық мелиоранттарды химиялық тыңайтқыштармен бірге үйлесімді қолдану, дақылдардың тұрақты өсуін қамтамасыз етіп және топырақтың құнарлылығын жақсартудың ең жақсы тәсілі ретінде танылып отыр.

Көң (FYM), жасыл тыңайтқыш (GM) немесе бидай немесе күріш сабаны (WS немесе RS) сияқты органикалық тыңайтқыштардың химиялық тыңайтқыштармен үйлесімді қолданылуы, өнімділікті тиімді арттырады, қоректік заттардың тепе-теңдігін жақсартады және топырақтағы органикалық көміртекті (SOC) және азот (N), фосфор (P), калий (K) және күкірт (s) сияқты макроэлементтердің, сондай-ақ күріш өсірудің ұзақ мерзімді жүйелеріндегі микроэлементтердің қарқындылығын арттырады. Көптеген зерттеушілер органикалық тыңайтқыштар мен компосттардың қоректік заттардың көзі және топырақты қалпына келтіру құралы ретіндегі рөлін атап өтті [17-24].

Материал мен әдістер. Органикалық-биологиялық мелиоранттарды қолдана отырып, топырақ-қор үнемдейтін технологиялардың мелиоративтік рөлін зерттеу және топырақтың агрохимиялық қасиеттерінің өзгеру динамикасын анықтау бойынша ғылыми зерттеулер жүргізілді.

Далалық тәжірибелер мен эксперименттік зерттеулер, жалпы қабылданған классикалық әдістермен жүргізілді: эксперименттер және бақылаулар. Мақтамен егістік және вегетациялық тәжірибелер үшін суару жағдайында қабылданған Союз НИХИ әдістемесі бойынша, далалық эксперименттер осы әдістеме бойынша жүргізілді [25].

Топырақтағы органикалық заттардың мөлшерін анықтаулар, вегетациялық кезеңнің басында және соңында топырақтың терең 0-20, 20-40 және 40-60 см қабаттарын топырақ үлгілері алынды. Топырақтың қарашірік құрамы анықтау Тюрин әдісімен жүргізілді.

Зерттеу барысында келесі тәжірибелік нұсқалар қарастырылды:

1 -Нұсқа. Мақта өсірудің дәстүрлі технологиясы (органикалық мелиоранттар қолданылмайды).

2-Нұсқа. Органикалық мелиорант 2,5 тн/га (жерді жыртудан алдын) және 1,5 тн/га (көктемде, қопсытудан алдын). Soil conditioner топырақ жақсартқышы 250 кг/га (жерді жыртудан алдын) және 150 кг/га (көктемде, қопсытудан алдын).

3-Нұсқа. Органикалық мелиорант 3,0 тн/га (жерді жыртудан алдын) және 1,0 тн/га (көктемде, қопсытудан алдын). Soil conditioner топырақ жақсартқышы 300 кг/га (жерді жыртудан алдын) және 100 кг/га (көктемде, қопсытудан алдын).

4-Нұсқа. Органикалық мелиорант 3,5 тн/га (жерді жыртудан алдын) және 0,5 тн/га (көктемде, қопсытудан алдын). Soil conditioner топырақ жақсартқышы 350 кг/га (жерді жыртудан алдын) және 50 кг/га (көктемде, қопсытудан алдын).

Тәжірибе алаңының жалпы көлемі 2304 м^2. Нұсқа көлемі 7,2 м (ені) х 2 м (ұзындығы) = 144 м^2. 144 м^2 х 4 нұсқа = 576 м^2. 576 м^2 х 4 қайталау = 2304 м^2. Отандық Мактаарал-5027 мақта сорты.

Зерттеу нәтижелері мен талқылау. Ерекше емес сипаттағы органикалық заттар (жануарлар әлемінің өлі микроорганизмдерінің биомассасы, органикалық тыңайтқыштар), топырақтағы минералды азот қосылыстарының негізгі көзі болып табылады. Оның ыдырауы және одан кейінгі минералдануы кезінде азотты қосылыстар аммоний түрінде жиналады, ол нитрификация нәтижесінде нитраттарға айналады. Сондықтан өсімдіктерді қоректендіруге болатын топырақтағы минералды азоттың жылжымалы түрлері, негізінен ауыспалы аммонийлері мен нитраттар түрінде болады.

Құрамында азот бар органикалық қосылыстардың трансформация жылдамдығының көрсеткіштерінің бірі – ол топырақтағы нитрат азотының динамикасы.

Жерді рекультивациялау астарында, органикалық мелиоранттарды қолдану бойынша алынған зерттеу нәтижелері негізінде, жылжымалы нитратты (NO_3) және фосфатты (P_2O_5) түрлерінің маусымдық өзгеру динамикасы анықталды (1-кесте).

Мақта өсірудің дәстүрлі технологиясы жағдайында (бақылаулы 1-ші нұсқа), топырақтың жылжымалы нитратты (NO_3) түрлерінің құрамы төменгі көрсеткіште болғаны анықталды, яғни топырақтағы нитраттардың ең аз мөлшері (NO_3) органикалық тыңайтқыштар қолданылмаған мақта дақылы егілген алқапта байқалады. Мысал келтірсек, онда, вегетациялық кезеңнің басында топырақтың жылжымалы нитрат (NO_3) құрамының мөлшері, көктемде топырақтың терең 0-20 см қабатында 7,03 мг/кг, 20-40 см қабатта 4,25 мг/кг және 40-60 см 2,90 мг/кг құрамында болса, ал күзде, сәйкесінше топырақ қабаттарында, яғни 0-20 см қабатта 6,10 мг/кг, 20-40 см 3,45 мг/кг және 40-60 см 2,90 мг/кг құрамды көрсетікште болғаны анықталды.

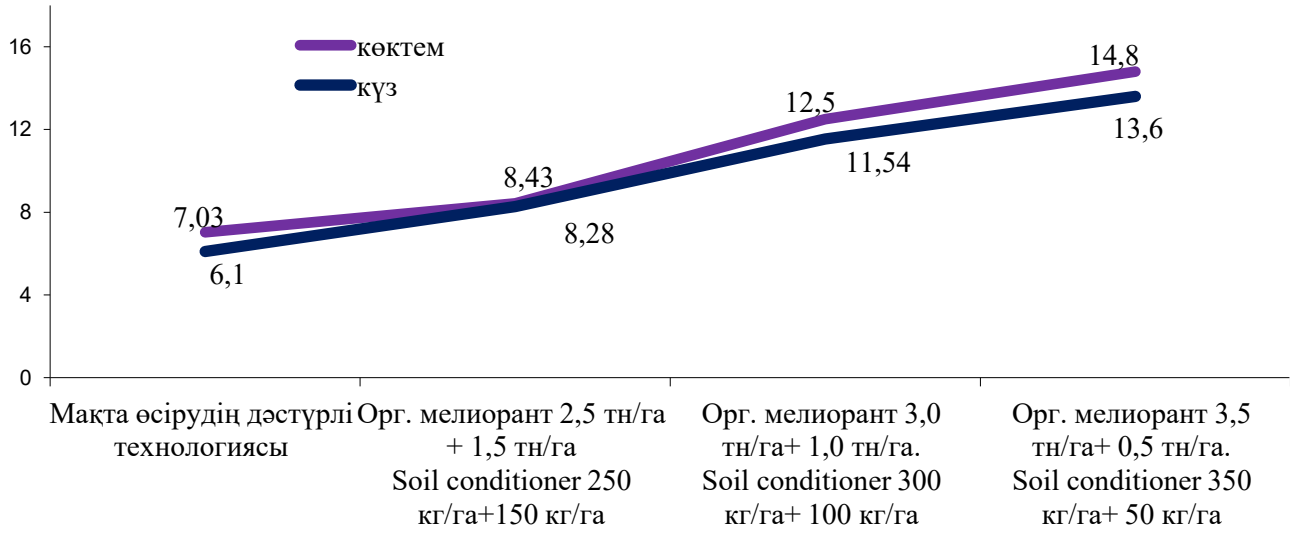
Ал топырақтың жылжымалы NO_3 құрамының белсенді көрсеткіштері (4-нұсқа), органикалық мелиоранттарды, гектарына 3,5 тн/га (жер жыртудан алдын) және 0,5 тн/га (көктемде-чизелдеу алдын) және үйлесімді Soil conditioner топырақ жақсартқышы гектарына 350 кг/га (жер жыртудан алдын) және 50 кг/га (көктемде-чизелдеу алдын) мөлшерінде қолданғанда, топырақтың жылжымалы NO_3 құрамының көрсеткіштері едеуір артқаны анықталды. Мысалы, топырақтың 0-20 см қабатында 14,8 мг/кг, 20-40 см қабатта 9,5 мг/кг және 40-60 см қабатта 6,7 мг/кг құрамында болса, ал күзге қарай, бұл көрсеткіш сәйкесінше 0-20 см 13,66 мг/кг, 20-40 см 8,44 мг/ кг және 40-60 см топырақ қабатында 5,79 мг/кг құрамында болды. Егер де топырақтың жоғары 0-20 см қабатын есепке алатын болсақ, онда салыстырмалы түрде, бақылаулы органикалық тыңайтқыштар қолданылмаған нұсқамен салыстырағанда, вегетация басында жылжымалы NO_3 құрамы 52,5%-ға артқаны бақыланды (1-кесте, 2-сурет).

Демек, мақта топырағын қоректендіру бойынша, яғни органикалық мелиорантты гектарына 3,5 тн/га (күзде) және 0,5 тн/га (көктемде) және топырақ жақсартқышы-Soil conditioner гектарына 350 кг/га (жер жыртудан алдын) және 50 кг/га (көктемде-чизелдеу алдын) топыраққа қолданғанда, нитраттардың жылжымалы нитрат (NO_3) түрлері құрамы, топырақтың 0-20 см қабатында 14,8 мг/кг құрады, бұл бақылаулы нұсқасымен салыстырғанда 52,5%-ға жоғары болғаны тәжірибе жүзінде айқындалды.

1-кесте – Топырақтың жылжымалы нитрат (NO_3) және фосфат (P_2O_5) құрамдарының көрсеткіштері, мг/кг.

қабат см	Мақта өсірудің дәстүрлі технологиясы-органикалық мелиоранттар қолданылмайды		Органикалық мелиорант 2,5 тн/га (күзде) +1,5 тн/га (көктемде). Soil conditioner 250 кг/га (күзде) + 150 кг/га (көктемде).		Органикалық мелиорант 3,0 тн/га (күзде) + 1,0 тн/га (көктемде). Soil conditioner 300 кг/га (күзде) + 100 кг/га (көктемде)		Органикалық мелиорант 3,5 тн/га (күзде) + 0,5 тн/га (көктемде). Soil conditioner 350 кг/га (күзде) + 50 кг/га (көктемде)	
	Топырақтың жылжымалы нитрат құрамы - NO_3							
	көктем	күз	көктем	күз	көктем	күз	көктем	күз
0-20	7,03	6,10	8,43	8,28	12,50	11,54	14,8	13,66
20-40	4,25	3,45	4,55	4,25	6,10	5,63	9,5	8,44
40-60	2,90	2,50	4,40	4,10	5,60	5,16	6,7	5,79
	Топырақтың жылжымалы фосфат құрамы - P_2O_5							
0-20	11,7	9,3	18,2	14,7	23,6	18,5	25,1	20,0
20-40	10,3	8,6	15,0	13,2	17,1	15,0	20,7	16,4
40-60	5,3	4,3	8,2	6,1	8,55	7,8	9,65	8,5

Жалпы айтқанда, фосфор (Р), метаболизм процестерінде, энергия тепе-теңдігін реттеуде, өсімдіктердің құрғақшылыққа төзімділігін арттыруда маңызды рөл атқарады және өсімдіктердің өсу қарқыны, дамуы және олардың өнімділігі, көбінесе топырақ пен өсімдіктердегі осы фосфордың құрамына байланысты. Топыраққа органикалық мелиоранттарды қолданғанда, фосфор құрамдарының көрсеткіштері едеуір артып отырады, ал біздің жұмысымызда да фосфордың құрамдары көрсеткіштерінің маусымдық өзгеруі, тәжірибедегі басқа нұсқалармен салыстырғанда да айтарлықтай өзгергені анықталды.

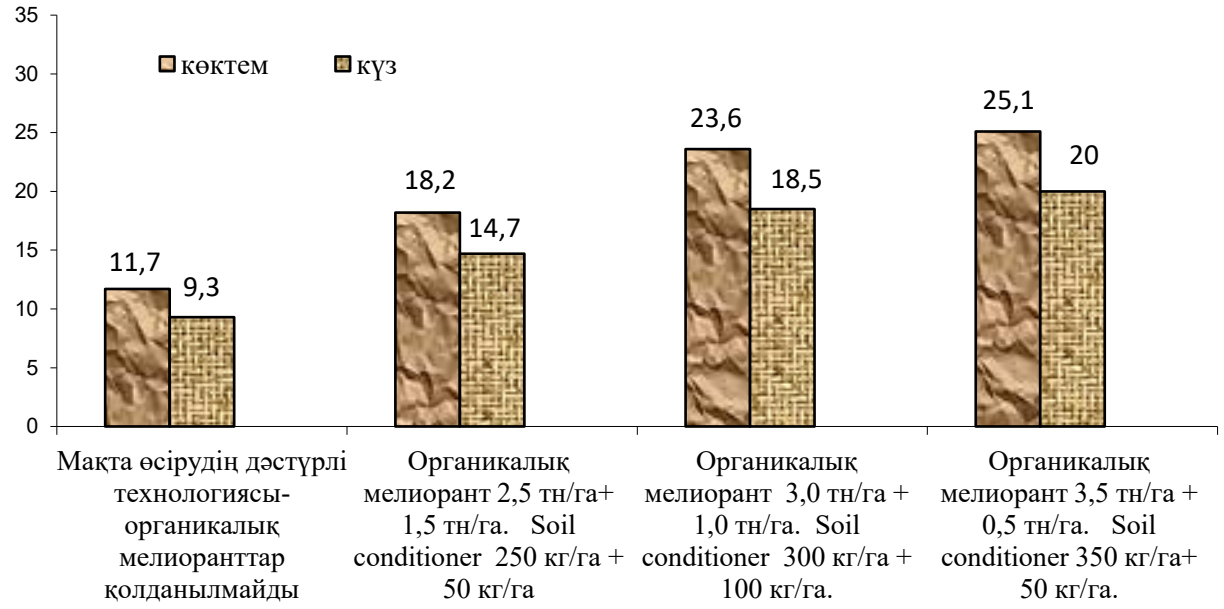


1-сурет – Топырақтың жылжымалы нитрат құрамының (NO_3) өзгеруі (мг/кг), 0-20 см

Тәжірибедегі агромелиорациялық шаралар мен органикалық мелиоранттарды қолдану бойынша іс-шаралар негізінде, топырақтағы фосфаттардың (P_2O_5) сіңімді түрлерінің маусымдық динамикасына тиімді әсер еткені айқындалды. Жерді рекультивациялау-жақсарту астарында, мақта өсірілген топырақта, органикалық мелиоранттарды қолдану шаралары, топырақтың P_2O_5 сіңімді түрлерінің мазмұны сақталуы тәжірибе жүзінде анықталды. Бұл құбылысты тек микробиологиялық емес, негізінен топырақтағы химиялық процестермен түсіндіруге болады.

Зерттеу жұмыстарының нәтижелері бойынша, топырақтың жылжымалы фосфат P_2O_5 құрамының белсенді көрсеткіштері де (4-нұсқа), органикалық мелиоранттарды, гектарына

3,5 тн/га (жер жыртудан алдын) және 0,5 тн/га (көктемде-чизелдеу алдын) және үйлесімді Soil conditioner топырақ жақсартқышы гектарына 350 кг/га (жер жыртудан алдын) және 50 кг/га (көктемде-чизелдеу алдын) мөлшерінде қолданғанда, айтарлықтай қарқынды құрамдалғаны айқындалды. Мысалы, вегетация басындағы топырақтың 0-20 см қабатында 25,1 мг/кг, 20-40 см қабатта 20,7 мг/кг және 40-60 см қабатта 9,65 мг/кг құрамында болғаны анықталды. Топырақтың жоғары 0-20 см қабатын салыстырмалы түрде, бақылаулы органикалық тыңайтқыштар қолданылмаған нұсқамен салыстырғанда, вегетация басында жылжымалы P_2O_5 құрамы 53,4%-ға артқаны бақыланды (2-сурет).



2-сурет – Топырақтың жылжымалы фосфат құрамы (P_2O_5), мг/кг, 0-20 см

Тәжірибе барысында, вегетациялық кезеңнің соңында азот пен фосфаттың жылжымалы түрлерінің құрамының көрсеткіштері төмен болғаны анықталды, бұл негізінен олардың мақта дақылдының өсіп-дамуна және өнімділігіне, осы фосфат құрамдарының жұмсалуына және ерімейтін түрлерге ауысуына байланысты төмендеп отырады.

Топырақтағы NO_3 және P_2O_5 жылжымалы сіңімді құрамды түрлерін топырақта сақтап қалу, бұл негізінен, жерді рекультивациялау-жақсарту астарында мақта өсірілген топыраққа органикалық мелиоранттарды қолдану шараларына байланысты болады және топырақтағы өсімдіктер үшін қолайлы азот-фосфор қоректену режимін жасауға ықпал етеді.

Суармалы жағдайында топыраққа, органо-биологиялық мелиоранттарды қарқынды қолдану, топырақтың физикалық және химиялық деградация процестерін төмендетуге айтарлықтай әсер ететіні анықталды.

Қорытынды. Зерттеу жұмысының төртінші нұсқасы бойынша топырақтың жылжымалы NO_3 құрамының белсенді көрсеткіштері өте қарқынды түрде құрамдалғаны анықталды. Бұл қарқынды нәтиже, топыраққа органикалық мелиоранттарды, гектарына 3,5 тн/га (жер жыртудан алдын) және 0,5 тн/га (көктемде-чизелдеу алдын) және үйлесімді Soil conditioner топырақ жақсартқышы гектарына 350 кг/га (жер жыртудан алдын) және 50 кг/га (көктемде-чизелдеу алдын) мөлшерінде қолданғанда, топырақтың жылжымалы NO_3 құрамының көрсеткіштері едеуір артқаны анықталды. Яғни көктемде топырақтың 0-20 см қабатында 14,8 мг/кг құрамында болды, бұл бақылаулы органикалық тыңайтқыштар қолданылмаған нұсқамен салыстырғанда, жылжымалы NO_3 құрамы 52,5%-ға артқаны анықталды

Ал жылжымалы фосфат (P_2O_5) құрамының белсенді көрсеткіштері, көктемде топырақтың 0-20 см қабатында 25,1 мг/кг құрамында болды, бұл бақылаулы органикалық тыңайтқыштар қолданылмаған нұсқамен салыстырғанда, жылжымалы (P_2O_5) құрамы 53,2%-ға артқаны анықталды.

Қаржыландыру. Зерттеу жұмыстары Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігінің қаржылық қолдауымен 2024-2026 жылдарға арналған «Қазақстанның әртүрлі топырақ және климат аймақтарында өзгермелі климат жағдайында үнемді ауылшаруашылық өндірісін қамтамасыз ететін тұрақты егіншілік жүйелерін әзірлеу және енгізу» BR22885719 ғылыми-техникалық бағдарламасы аясында орындалды.

Әдебиеттер:

[1] Концепция развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2021 – 2030 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан от 30 декабря 2021 года № 960.

[2] В новом Послании Президента страны Касым-Жомарта Токаева от 08.09.2025г., «Казахстан в эпоху искусственного интеллекта: актуальные задачи и их решения через цифровую трансформацию». 08 сентября 2025 г. Астана.

[3] Послание Президента Республики Казахстан Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана. «Конструктивный общественный диалог – основа стабильности и процветания Казахстана». 02 сентября 2019 г. Нур-Султан.

[4] Послание Президента Республики Казахстан К. Токаева от 1 сентября 2020 года «Казахстан в новой реальности. Время действий». Казахстана». 01 сентября 2020 г. Астана.

[5] Послание Президента страны Касым-Жомарта Токаева, «Справедливое государство. Единая нация. Благополучное общество». Казахстана». 1 сентября 2022 г. Астана.

[6] **Arora, S.,** Singh A.K., Singh Y.P., 2017. Bioremediation of Salt Affected Soils: An Indian Perspective, Bioremediation of Salt Affected Soils: An Indian Perspective. Springer International Publishing, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48257-6

[7] **Diacono M.,** Montemurro F. Effectiveness of organic wastes as fertilizers and amendments in salt-affected soils. Agriculture, 5 (2015), pp. 221-230,

[8] **Morsy S. ,** I.S. Elbasyoni, S. Baenziger A.M. Abdallah. Gypsum amendment influences performance and mineral absorption in wheat cultivars grown in normal and saline-sodic soils. J. Agron. Crop Sci., 2 (2022), pp. 1-18.

[9] **Mahmoodabadi M.,** N. Yazdanpanah L.R. Sinobas E. Pazira A. Neshat. Reclamation of calcareous saline sodic soil with different amendments (I): Redistribution of soluble cations within the soil profile/ Agric. Water Manag., 120 (2013), pp. 30-38.

[10] **Abdallah A.,** F. Ugolini S. Baronti A. Maienza F. Camilli L. Bonora,

F. Martelli, J. Primicerio F. Ungaro / The potential of recycling wool residues as an amendment for enhancing the physical and hydraulic properties of a sandy loam soil / Int. J. Recycl. Org. Waste Agric., 8 (2019).

[11] **Rath K.M. ,** J. Rousk / Salt effects on the soil microbial decomposer community and their role in organic carbon cycling: A review. Soil Biol. Biochem., 81 (2015), pp. 108-123

[12] **Zaghloul, R.,** 2020. Efficiency of some organic manures and bio-fertilization with *Azospirillum* brasilense for wheat manuring. 34, 627-640.

[13] **Gabrijel Ondrasek**, Helena B., Begić; Monika Zovko; Lana Filipović; Cristian Meriño-Gergichevich; Radovan Savić; Zed Rengel. 2019. Biogeochemistry of soil organic matter in agroecosystems & environmental implications. Science of The Total Environment. Volume 658, 25 March 2019, Pages 1559-1573.

[14] **Jiang W.,** R. Chen J. Lyu L. Qin, G. Wang X. Chen Y. Wang, C. Yin, Z. Mao Remediation of the microecological environment of heavy metal-contaminated soil with fulvic acid, improves the quality and yield of apple J. Hazard. Mater., 460 (2023), Article 132399, https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.132399

[15] **Jin Q.,** Y. Zhang, Q. Wang, M. Li, H. Sun, N. Liu, L. Zhang, Y. Zhang, Z. Liu Effects of potassium fulvic acid and potassium humate on microbial biodiversity in bulk soil and rhizosphere soil of panax ginseng Microbiol. Res., 254 (2022), Article 126914, https://doi.org/10.1016/j.micres.2021.126914

[16] **Yang T.,** J. Niu Effect of amino acid organic fertilizer on the growth, seed yield and quality of oil flax Acta Bot. Boreal. Occident. Sin., 36 (2016), pp. 1632-1641

[17] **Islam M.M,** AJMS Karim, M Jahiruddin, NM Majid, MG Miah, MM Ahmed Effects of organic manure and chemical fertilizers on crops in the radish-stem amaranth-Indian spinach cropping pattern in homestead area Aust J Crop Sci, 5 (11) (2011), pp. 1370-8

[18] **Sood M.C.** Integrated nutrient supply and management for potato production in mid hills of Shimla / Potato J, 34 (1–2) (2007), pp. 101-2

[19] **F Heitkamp,** J Raupp, B Ludwig Soil organic matter pools and crop yields as affected by the

rate of farmyard manure and use of biodynamic preparations in a sandy soil Org Agric, 1 (2) (2011), pp. 111-24

[20] **A. Iqbal,** X Tang, I Ali, P Yuan, R Khan, Z Khan Integrating low levels of organic fertilizer improves soil fertility and rice yields in paddy fields by influencing microbial communities without increasing CH4 emissions Appl Soil Ecol, 189 (3) (2023), p. 104951 https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.104951

[21] **Ali M.E,** MR Islam, M Jahiruddin Effect of integrated use of organic manures with chemical fertilizers in the rice-rice cropping system and its impact on soil health Bangladesh J Agric Res, 34 (1) (2009), pp. 81-90 https://doi.org/10.3329/bjar.v34i1.5754

[22] **Saha B.K**, MT Rose, VNL Wong, TR Cavagnaro, AF Patti Nitrogen dynamics in soil fertilized with slow-release brown coal-urea fertilizers Sci Rep, 8 (2018), p. 14577 https://doi.org/10.1038/s41598-018-33050-7

[23] **Ghuman B.S,** HS Sur Effect of manuring on soil properties and yield of rain-fed wheat J Indian Soc Soil Sci, 54 (1) (2006), pp. 6-11

[24] **Jeptoo A**, JN Aguyoh, M Saidi Improving carrot yield and quality through the use of bio-slurry manure Sustain Agric Res, 2 (1) (2013), pp. 164-72 https://doi.org/10.5539/sar.v2n1p164

[25] **Imamaliev A.I.** Metodika polevyh i vegetacionnyh opytov s hlopchatnikom. – Tashkent: SoyuzNIHI, 1981. – 225 s.

References:

[1] Koncepciya razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Respubliki Kazahstan na 2021 – 2030 gody. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazahstan ot 30 dekabrya 2021 goda № 960. [in Russian]

[2] V novom Poslanii Prezidenta strany Kasym-Zhomarta Tokaeva ot 08.09.2025g., «Kazahstan v epohu iskusstvennogo intellekta: aktual'nye zadachi i ih resheniya cherez cifrovuyu transformaciyu». 08 sentyabrya 2025 g. Astana. [in Russian]

[3] Poslanie Prezidenta Respubliki Kazahstan Kasym-Zhomarta Tokaeva narodu Kazahstana. «Konstruktivnyj obshchestvennyj dialog – osnova stabil'nosti i procvetaniya Kazahstana». 02 sentyabrya 2019 g. Nur-Sultan. [in Russian]

[4] Poslanie Prezidenta Respubliki Kazahstan K. Tokaeva ot 1 sentyabrya 2020 goda «Kazahstan v novoj real'nosti. Vremya dejstvij». Kazahstana». 01 sentyabrya 2020 g. Astana. [in Russian]

[5] Poslanie Prezidenta strany Kasym-Zhomarta Tokaeva,«Spravedlivoe gosudarstvo. Edinaya naciya. Blagopoluchnoe obshchestvo». Kazahstana». 1 sentyabrya 2022 g. Astana. [in Russian]

[6] **Arora, S.,** Singh A.K., Singh Y.P., 2017. Bioremediation of Salt Affected Soils: An Indian Perspective, Bioremediation of Salt Affected Soils: An Indian Perspective. Springer International Publishing, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48257-6

[7] **Diacono, M.,** Montemurro F. Effectiveness of organic wastes as fertilizers and amendments in salt-affected soils. Agriculture, 5 (2015), pp. 221-230,

[8] **Morsy, S. ,** I.S. Elbasyoni, S. Baenziger, A.M. Abdallah. Gypsum amendment influences performance and mineral absorption in wheat cultivars grown in normal and saline-sodic soils. J. Agron. Crop Sci., 2 (2022), pp. 1-18.

[9] **Mahmoodabadi, M.,** Yazdanpanah N., L.R. Sinobas, E. Pazira, A. Neshat. Reclamation of calcareous saline sodic soil with different amendments (I): Redistribution of soluble cations within the soil profile/ Agric. Water Manag., 120 (2013), pp. 30-38.

[10] **Abdallah, A.,** F. Ugolini, S. Baronti, A. Maienza, F. Camilli, L. Bonora, F. Martelli, J. Primicerio, F. Ungaro / The potential of recycling wool residues as an amendment for enhancing the physical and hydraulic properties of a sandy loam soil / Int. J. Recycl. Org. Waste Agric., 8 (2019).

[11] **Rath K.M.,** J. Rousk / Salt effects on the soil microbial decomposer community and their role in organic carbon cycling: A review. Soil Biol. Biochem., 81 (2015), pp. 108-123

[12] **Zaghloul, R.,** 2020. Efficiency of some organic manures and bio-fertilization with *Azospirillum* brasilense for wheat manuring. 34, 627-640.

[13] **Gabrijel Ondrasek**, Helena, B., Begić; Monika Zovko; Lana Filipović; Cristian Meriño-Gergichevich; Radovan Savić; Zed Rengel. 2019. Biogeochemistry of soil organic matter in agroecosystems & environmental implications. Science of The Total Environment. Volume 658, 25 March 2019, Pages 1559-1573.

[14] **Jiang W.,** R. Chen, J. Lyu, L. Qin, G. Wang, X. Chen, Y. Wang, C. Yin, Z. Mao Remediation

of the microecological environment of heavy metal-contaminated soil with fulvic acid, improves the quality and yield of apple J. Hazard. Mater., 460 (2023), Article 132399, https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.132399

[15] **Jin, Q.,** Y. Zhang, Q. Wang, M. Li, H. Sun, N. Liu, L. Zhang, Y. Zhang, Z. Liu Effects of potassium fulvic acid and potassium humate on microbial biodiversity in bulk soil and rhizosphere soil of panax ginseng Microbiol. Res., 254 (2022), Article 126914, https://doi.org/10.1016/j.micres.2021.126914

[16] **Yang, T.,** J. Niu Effect of amino acid organic fertilizer on the growth, seed yield and quality of oil flax Acta Bot. Boreal. Occident. Sin., 36 (2016), pp. 1632-1641

[17] **Islam, MM,** AJMS Karim, M Jahiruddin, NM Majid, MG Miah, MM Ahmed Effects of organic manure and chemical fertilizers on crops in the radish-stem amaranth-Indian spinach cropping pattern in homestead area Aust J Crop Sci, 5 (11) (2011), pp. 1370-8

[18] **Sood, MC .** Integrated nutrient supply and management for potato production in mid hills of Shimla / Potato J, 34 (1–2) (2007), pp. 101-2

[19] **Heitkamp, F,** J Raupp, B Ludwig Soil organic matter pools and crop yields as affected by the rate of farmyard manure and use of biodynamic preparations in a sandy soil Org Agric, 1 (2) (2011), pp. 111-24

[20] **Iqbal, A,** X Tang, I Ali, P Yuan, R Khan, Z Khan Integrating low levels of organic fertilizer improves soil fertility and rice yields in paddy fields by influencing microbial communities without increasing CH4 emissions Appl Soil Ecol, 189 (3) (2023), p. 104951 https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.104951

[21] **Ali, M.E,** MR Islam, M Jahiruddin Effect of integrated use of organic manures with chemical fertilizers in the rice-rice cropping system and its impact on soil health Bangladesh J Agric Res, 34 (1) (2009), pp. 81-90 https://doi.org/10.3329/bjar.v34i1.5754

[22] **Saha, B.K**, MT Rose, VNL Wong, TR Cavagnaro, AF Patti Nitrogen dynamics in soil fertilized with slow-release brown coal-urea fertilizers Sci Rep, 8 (2018), p. 14577 https://doi.org/10.1038/s41598-018-33050-7

[23] **Ghuman, B.S,** HS Sur Effect of manuring on soil properties and yield of rain-fed wheat J Indian Soc Soil Sci, 54 (1) (2006), pp. 6-11

[24] **A Jeptoo**, JN Aguyoh, M Saidi Improving carrot yield and quality through the use of bio-slurry manure Sustain Agric Res, 2 (1) (2013), pp. 164-72 https://doi.org/10.5539/sar.v2n1p164

[25] **Imamaliev, A.I.** Metodika polevyh i vegetacionnyh opytov s hlopchatnikom. – Tashkent: SoyuzNIHI, 1981. – 225 s. [in uzbek]

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ МЕЛИОРАНТОВ В СЕРОЗЕМНОЙ ПОЧВЕ

Тагаев А.М., кандидат сельскохозяйственных наук
Костаков А.К., кандидат сельскохозяйственных наук
Махмаджанов С.П., кандидат сельскохозяйственных наук
Дуйсен О.К., магистр сельскохозяйственных наук
Базарбай З.К., магистр сельскохозяйственных наук

Сельскохозяйственная опытная станция хлопководства и бахчеводства, п. Атакент, Казахстан

Аннотация. Задачи определения динамики изменения подвижного состава нитратов и фосфатов по агрохимическим свойствам почв на основе применения органических мелиорантов, поставлены в данной исследовательской работе.

Исследование эффективности использования органических мелиорантов для предотвращения процессов деградации почв, является основных направлений научной работы. Объект исследований является разработка технологии выращивания нового отечественного сорта хлопчатника Мактаарал - 5027 с использованием органических мелиорантов.

В ходе исследования выявлены, что процесс нитрификации в почве протекал активно, что оно определено при применении органо-мелиоранта под основную обработку в норме 3,5 тн/га, почвоулучшителя 350 кг/га и применение весной при чизелевании органо-мелиоранта в норме 0,5 тн/га и почвоулучшителя 50 кг/га, что наибольшее содержание NO_3, в 0-20 см слоя почвы составило 14,8 мг/кг, что на 52,5% выше по сравнению с контролем. Содержание подвижных форм фосфатов (P2O5) в 0-20 см слое почвы составило 25,1 мг/кг, что на 53,3% выше по сравнению с контролем.

Определено, что интенсивное внесение в почву органических мелиорантов в условиях орошения, способствует снижению процессов физической и химической деградации почв.

Ключевые слова: хлопчатник, почва, агромелиорация, мелиорант, подвижная форма азота (NO_3), подвижная форма фосфора (P_2O_5).

THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF ORGANIC MELIORANTS ON GRAY SOIL

Tagaev A.M. Candidate of Agricultural Sciences,
Kostakov A.K. Candidate of Agricultural Sciences
Makhmadjanov S.P. Candidate of Agricultural Sciences
Duisen O.K., Master of Agricultural Sciences
Bazarbai Z.K., Master of Agricultural Sciences

Agricultural Experimental Station of Cotton Growing and Melon Growing, p. Atakent, Kazakhstan

Annotation. The objectives of this research are to determine the dynamics of changes in the mobile composition of nitrates and phosphates based on the agrochemical properties of soils using organic ameliorants.

The study of the effectiveness of using organic ameliorants to prevent degradation processes and improve soil fertility in sierozem soils is one of the main areas of this research. The object of this study is to develop a technology for growing a new domestic cotton variety, Maktaaral-5027, using organic ameliorants.

During the study, it was revealed that the nitrification process in the soil was active, which was detected when using organo-ameliorant for basic treatment at a rate of 3.5 tons/ha, a soil improver of 350 kg/ha and the use of organo-ameliorant in spring at a rate of 0.5 tons/ha and a soil improver of 50 kg/ha, which is the greatest The NO_3 content in 0-20 cm of the arable soil layer was 14.8 mg/kg, which is 52.5% higher than in the control variant without the use of organic ameliorants. The content of mobile forms of phosphate (P_2O_5) in the 0-20 cm soil layer was 25.1 mg/kg, which is 53.3% higher than in the control.

It has been determined that the intensive application of organic ameliorants to the soil under irrigation conditions helps reduce the processes of physical and chemical soil degradation.

Keywords: cotton, soil, agro-reclamation, reclamation agent, mobile form of NO_3, mobile form (P_2O_5)

IRSTI 68.41.53 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.370

EXPERIMENTS TO DETERMINE THE ACTIVITY OF A CHEMICAL PREPARATION AGAINST BRUCELLOSIS

Abutalip A., Doctor of Veterinary Sciences, full professor
aspen_vet@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-2724-8220
Kassenov M.M., Candidate of Veterinary Sciences, full professor
kassenov_mm@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-6124-703X
Bizhanov A.B.,* Doctor of Veterinary Sciences, full professor
alimakyntai@mail.ru, https://orcid.org/0009-0004-4052-3866
Myrzaliyev A.Zh., Candidate of Veterinary Sciences
Ahan75@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-5649-7330
Ibrahim A., Veterinarian
abdikerim59@mail.ru, https://orcid.org/0009-0004-6171-9876

LLP «Kazakh Scientific Research Veterinary Institute», Almaty, Kazakhstan

Annotation. The article discusses the possibilities of using the preparation creolin, which is used in veterinary practice for insecto-acaricidal and disinfectant purposes, for sanitation of animals with brucellosis.

The results of studies showed that in in vitro experiments using B. melitensis 16M strain, creolin without phenol in concentration of 0.125 - 1.0% has bactericidal effect. In experiments on white mice with oral and subcutaneous administration of 1-2% suspension of phenol-free creolin in volumes of 1.0 and 0.3 ml, respectively, harmlessness and safety of the drug was established. Similar results were obtained on sheep.

The efficacy of the drug in guinea pigs pre-infected with B. melitensis 16M strain, when administered orally three times, amounted to -66%, and when administered subcutaneously did not exceed -33%. In animals of other groups, to which the drug was administered 4 times, the efficacy of the drug was 100% regardless of the route of administration.

Sheep, which gave positive result for brucellosis in agglutination reaction with titers 1:100-1:400, were completely cured by three times treatment with 2% creolin suspension, regardless of the method of administration. At the same time, antibody titers in animals treated 3 times, although halved from the initial level, but did not completely disappear.

Key words: creolin, phenol, brucellosis, preparation safety, sanitation efficacy.

Introduction. Creolin is a dark brown liquid with the odor of cresol. Creolin is widely used in veterinary practice as an insecto-acaricidal and disinfectant. Creolin is widely used in veterinary practice as an insecto-acaricidal and disinfectant. Coal creolin was first obtained by James in 1857 as an antiseptic. Coal creolin was introduced into veterinary practice in 1875 by Pearson and Frehner, who studied its "parasiticidal" properties [1].

As early as 1892, heavy emulsions of coal oil began to be used for winter spraying against plant pests. In 1900 coal oil began to be used as insecticides in Germany, Holland and Denmark. Since 1921, preparations based on coal oil began to be used in England, and then in the USA [2]. The main active substances of creolin are phenols (26%), neutral coal oils (51%), soaps (13%) and water (10%). The main toxicity of this product is due to phenols, which damage the gastrointestinal tract, liver, kidneys and nervous system [3].

Historically, veterinary medicine did attempt to use creolin not only as a disinfectant but also as an adjuvant in the treatment of some infections, including brucellosis, especially in the mid-twentieth century. Some old manuals mention the use of creolin in weak solutions (0.1-0.5%) for oral administration or injection into animals to stimulate the immune system and nonspecific reactions. Such methods were used as part of complex therapy along with vaccination and

antibiotics [4-6].

However, in modern veterinary practice such methods are considered outdated and ineffective. Creolin has a toxic effect when administered orally and parenterally and can cause poisoning of animals, liver and kidney damage. Today creolin is not known as a cure for brucellosis, but only as a disinfectant and antiseptic agent.

At present, phenol-free creolin is produced, containing as an active ingredient: naphthalene - 11.5% (in terms of coal tar) and as auxiliaries: rosin, sodium ichthyol, sodium hydroxide, neonol and water. In appearance, the preparation is a dark brown, transparent, homogeneous oily liquid, applied in a thin layer. With water it forms a stable emulsion of milky white or milky gray color. Phenol-free creoline is an insectocaricidal agent.

It is also effective against Gram-positive and Gram-negative bacteria, including the causative agent of brucellosis, when used as a disinfectant for the treatment of rooms, equipment and tools rather than for the treatment of infectious diseases [7]. According to the degree of impact on the body creolin phenol-free belongs to moderately hazardous substances (hazard class 3). Slaughter of sheep for meat is allowed 15 days after treatment. Due to the absence of phenols the action of phenol-free creolin is non-aggressive, which allows to use it for treatment of equipment and premises where contact with animals is possible. Taking into account the above-mentioned data, the purpose of our research was an attempt to use phenol-free creolin for sanitation of animals with brucellosis.

Materials and methods. Study Setting and Design

These studies were conducted on the basis of the laboratory of the brucellosis of "Kazakh Scientific Research Veterinary Institute" LLP.

Studies involving animals were approved by the Ethical Commission of "Kazakh Scientific Research Veterinary Institute" LLP.

The objects of the study were: 1. phenol-free creolin, produced by PJSC Plant "Veterinary preparations", Russia, 500 ml each in dark plastic bottles; 2. B. melitensis strain 16M; 3. laboratory animals - white mice (n=20), weighing 18-20 g, guinea pigs (n=12), weighing 800-900 g, and sheep (n=18), weighing 40 kg.

Serologic and bacteriologic studies for brucellosis were performed according to generally accepted methods [8].

Determination of the bacteriocidal effect of phenol-free creolin

The bacteriocidal effect of the preparation was studied in laboratory conditions in in vitro experiments. For this purpose, equal amounts of different concentrations of phenol-free creolin were added to 1 ml of meat-peptone broth (MPB) containing 1 billion CFU of B.melitensis 16M strain and incubated at 37^0C for 48 hours. Then the bacteriocidal effect of the preparation was determined by the presence or absence of growth on MPB.

Determination of the safety of phenol-free creolin on white mice

To determine the safety of the drug, 5 white mice of the first group were orally administered 1% creolin suspension to 5 mice of the second group - 2% creolin suspension in the volume of 1.0 ml. Then the drug in these concentrations was administered subcutaneously in the volume of 0.3 ml to mice of the third and fourth groups. Then the clinical condition of white mice was monitored for 10 days.

Determination of the effectiveness of creolin sanitation of guinea pigs with brucellosis

To determine the effectiveness of sanitation with creolin, 12 guinea pigs weighing 800-900 g were pre-infected with B. mellitensis 16M strain at a dose of 1 billion CFU.

The experiment was conducted on 4 groups of laboratory animals, 3 animals in each group; animals of the 1st and 3rd groups were administered 3 times orally or subcutaneously. Animals of the 2nd and 4th groups were injected 4 times.

In 15 days after infection, all guinea pigs were tested for antibody titers and on the same day were treated with 1-treatment with finol-free creolin according to the above scheme, then 2-treatment was carried out 7 days after 1-treatment, 3-treatment - 7 days after 2-treatment, 4-treatment - 7 days after 3-treatment.

At the end of the experiment, the laboratory animals were slaughtered, samples were taken from different organs and bacteriological studies were performed.

Determination of the safety and dosage of the preparation on sheep

Before conducting experiments to determine the effectiveness of phenol-free creolin in sheep with brucellosis, experiments were conducted in laboratory conditions to determine the safety and dosage of the drug administered to experimental sheep.

In the brucellosis laboratory of the Institute three sheep of the first group were administered alimentary 1 ml of 1% creolin suspension per kg of body weight, based on the average sheep weight of 40 kg, each of them was administered 40 ml of the drug, and the other three sheep of the second group - 1 ml of 2% creolin suspension per kg of body weight, each of the sheep was administered alimentary 40 ml of phenol-free creolin.

In the above order, sheep of the second and third groups were administered 1 and 2% of the drug subcutaneously at a dose of 0.1 ml per kg, i.e. 4 ml per sheep.

The animals were monitored for 10 days.

Determination of the effectiveness of creolin treatment of sheep with positive serological reaction to brucellosis

The experiment to determine the effectiveness of animal organism sanation with creolin was conducted in brucellosis-unfavorable sheep flock in rural district Kainar of Narynkol district of Almaty region. As a result of planned serologic research in 2024, brucellosis was detected in 27 heads out of a flock of 320 heads (incidence of 8.4%). At the owner's request, a decision was made to slaughter all animals in the herd. Taking advantage of this period, with his consent, we isolated 6 sheep that tested positive for brucellosis in different titers and conducted experiments until they were slaughtered. When the animals were taken to the sanitary slaughterhouse and slaughtered, pathologic material was taken from them and serologic and bacteriologic tests were performed.

Statistical Analysis. Statistical analysis of the data was processed mathematically on a personal computer using standard Microsoft Office 2016 package.

Results and analyzes. **Determination of the bacteriocidal action of phenol-free creolin**

The results of studies to determine the bactericidal effect of phenol-free creolin on B. melitensis strain 16M are shown in Table 1.

Table 1 – Investigation of bactericidal effect of creolin in in vitro experiments

№ of tube	Concentration of the preparation (%)	Presence or absence of growth on the MPB	Bacteriocidal effect of the drug
1	1,0	-	+
2	0,5	-	+
3	0,25	-	+
4	0,125	-	+
5	0,062	+	-
6	0,03	+	-
7	0,015	+	-

Table 1 shows that the drug had a bactericidal effect within the range of 0.125-1.0%, i.e. the ratio of the minimum and maximum doses of the drug causing bactericidal effect was 1:10. Taking this into account, in the following experiments to determine the effectiveness of the drug, we set the maximum dose of the drug at oral administration (10.0), and at subcutaneous administration - the minimum dose (1.0).

Determination of the safety of phenol-free creolin on white mice

The results of experiments to determine the safety of phenol-free creoline are shown in Table 2.

As shown in Table 2, no additional changes or abnormalities were observed in the mice during the 10-day observation period. A small reddening occurred at the site of subcutaneous injection of the drug, which subsequently transformed into a sterile abscess that resolved after 7-8

days. This experiment shows that the used concentration of the drug is safe for laboratory animals.

Table 2 – Harmlessness of phenol-free creoline in experiments on mice

Group number	Number of white mice, goals	Method and volume of drug administration	Clinical signs observed in white mice within 10 days
1	5	orally, 1.0 ml of 1% suspension	decreased appetite during the first two days, increase in body temperature by 0.2^0C on average
2	5	orally, 1.0 ml of 2% suspension	decreased appetite during the first two days, increase in body temperature by 0.2^0C on average
3	5	subcutaneously, 0.3 ml of 1% suspension	a small redness that later transformed into a sterile abscess that resolved in 7-8 days
4	5	subcutaneously, 0.3 ml of 2% suspension	a small redness that later transformed into a sterile abscess that resolved in 7-8 days

According to the data of Ilyin V.V., who conducted toxico-pharmacological evaluation of Biorex-GX, Creolin-X and Creostom-T preparations, these preparations do not inhibit antitoxic liver function, do not have allergic properties, do not cause embryotoxic and teratogenic effects in experimental pregnant rats, in therapeutic concentrations do not inhibit bactericidal and lysozyme activity of blood serum of calves [9].

According to Maltseva M.A., the preparations Creolin-X 2.5% and Biorex 2.5%, according to the current hygienic classification No. 01-19/126-17 of 15.08.96, in case of single oral exposure belong to the 3rd class of danger (moderately dangerous) and 4th class of danger (low dangerous), respectively, and in case of single dermal exposure - to the 3rd class of danger (moderately dangerous) [10].

Kukushkina T.R., Saitkhanov E.O., Novokov N.M. conducted a comparative study of insecto-acaricidal efficacy of "Delcid" and "Creolin" preparations at sheep melophagosis at their complex application in the form of treatment of animals by aerosol method, in combination with veterinary and sanitary treatment of housing places by irrigation method. On the basis of the conducted studies, the authors concluded that at clinical application of both means there is no negative effect on the main physiological parameters, as well as on the general clinical and biochemical blood parameters of sheep [11].

The scientific data obtained by the above authors agree with the results of our experiments and confirm the safety of coal phenol-free creoline in the recommended doses.

Determination of the effectiveness of creolin sanitation of guinea pigs with brucellosis

The results of experiments to determine the effectiveness of creolin sanitation of guinea pigs with brucellosis are shown in Table 3.

Table 3 – Effectiveness of sanitation with creolin for guinea pigs with brucellosis

Gro-up no.	No. guine a pig	Results of serologic al tests (15 days after infection)	Method and volume of drug adminis tration	1-treat-ment (15 days after infec-tion)	2-treat-ment (7 days after 1-treat-ment)	3-treatment (7 days after 2-treatment)		4-treatment (7 days after 3-treatment)		Effectiveness of sanitation of identified in the course of bacteriolo-gic investiga-tions
						serologi cal results	bacte riolo gical result s	serol ogic al resul ts	bacterio logical results	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
1	1	1:160	orally, 3.0 ml	ue	ue	1:80	-	ue	ue	66%
	2	1:160		ue	ue	1:80	-	ue	ue	
	3	1:80		ue	ue	1:40	+	ue	ue	

1	2	3		5	6	7	8	9	10	11
2	4	1:160		ue	ue	1:80	ue	1:40	-	100%
	5	1:160		ue	ue	1:80	ue	1:40	-	
	6	1:80		ue	ue	1:80	ue	1:40	-	
3	1	1:160	subcuta	ue	ue	1:40	+	ue	ue	33%
	2	1:160	-	ue	ue	1:40	+	ue	ue	
	3	1:80	neously	ue	ue	1:80	-	ue	ue	
4	4	1:80	, 0.3 ml	ue	ue	1:40	ue	1:40	-	100%
	5	1:160		ue	ue	1:80	ue	1:80	-	
	6	1:160		ue	ue	1:80	ue	1:80	-	

Footnote: ue - unexplored.

As can be seen from Table 2, in the experiment conducted on 4 groups of laboratory animals of 3 animals each, the drug was administered 3 times orally or subcutaneously to animals of the 1st and 3rd groups. Animals of the 2nd and 4th groups were administered the drug 4 times. The efficacy of the drug in guinea pigs with brucellosis at three times oral administration amounted to -66%, and at subcutaneous administration did not exceed -33%. In animals of groups 2 and 4, to which the drug was administered 4 times, the effectiveness of the drug amounted to 100% regardless of the method of administration. In the course of the experiment it was found that 3 treatments are not enough to completely rid the organism of guinea pigs with brucellosis from the causative agent of brucellosis, 4 treatments are necessary. It should be noted that the titer of antibodies to brucellosis in the blood serum of guinea pigs before treatment with the drug was about 1:160-1:80, but after the 3rd and 4th treatments its level decreased by 2 times. However, even in animals showing 100% efficacy, the antibody titer did not completely disappear.

Determination of the safety and dosage of the preparation on sheep

The results of experiments to determine the safety of phenol-free creoline on sheep are shown in Table 4.

Table 4 – Harmlessness of phenol-free creoline in experiments on sheep

Group number	Number of sheep, head	Method and volume of drug administration	Clinical signs observed in sheep within 10 days
1	**2**	**3**	**4**
1	3	orally, 1.0 ml/kg of 1% suspension	no visible changes or abnormalities were observed
2	3	orally, 1.0 ml/kg of 2% suspension	no visible changes or abnormalities were observed
3	3	subcutaneously, 0.1 ml/kg of 1% suspension	no visible changes or abnormalities were observed
4	3	subcutaneously, 0.1 ml/kg of 2% suspension	no visible changes or abnormalities were observed

In the course of observation in animals treated with 1% and 2% creolin suspensions in the experiment, no visible changes and disorders were observed. On the basis of the conducted experiment in further experiments on therapy of sheep brucellosis patients, 2% suspension of finole-free creoline was used.

Russian scientists conducted an experiment to study the state of the detoxification system of the liver of calves when using the combined insectoacaricidal preparation Creolin-X. The results of the research showed that after a single spraying of calves with Creolin-X emulsion of 1- and 0.2% concentrations the general condition and behavior of experimental animals did not change, signs of oppression, toxicosis, as well as death of calves were not observed. After spraying of calves with

Creolin-X of 1% concentration there are insignificant fluctuations of bilirubin, urea and total protein (P≥0,05).

Creolin-X in 0.2% concentration does not cause changes in biochemical indices of calf blood and does not disturb metabolism and activity of calf blood enzymes. The results of the study indicate that Creolin-X at the recommended method of application does not lead to the development of pathological reactions, as well as does not have a toxic effect on the liver and on the body of calves, as evidenced by the dynamics of changes in biochemical indicators of experimental calves. The dynamics of biochemical parameters indicates the active participation of the liver in the metabolism of Creolin-X, and the acricidal preparation does not have hepatotoxic effect [12].

Other Russian scientists Gilmutdinov, R.Ya., Rakhmatullin, E.K., Kadikov, I.R., Vasilevsky, N.M. to study the carcinogenicity of phenol-free coal-bearing creoline (CBC) used 4 groups of Wistar rats and BOR mice, breeding vivarium of the N.N. Blokhin RONC of the Russian Academy of Medical Sciences. Based on the conducted experiments it was established that the acute oral toxicity of CBC (LDM) is 6200 mg/kg for rats and 2009 mg/kg for mice, which allows to attribute it to the IV class of danger.

Thus, the analysis of the results of the conducted chronic experiments on rats and mice allowed the authors to conclude that in these experiments the veterinary preparation CBC did not show carcinogenic activity. According to the totality of biological properties it should be referred to the III class of hazard. The amount of benzapyrene (BP) in the studied creoline sample is 0.018 1 0.002 g/kg (KBK contains 60% coal oil, in which benzapyrene is about 0.03 g/kg), which is quite a lot, as it could be assumed.

Thus, in chronic experiments on rats and mice, KBK, despite a rather high content of BP, did not show carcinogenic properties [13].

The data obtained by us are in agreement with the data of the above authors, who experimentally proved the absence of harmfulness and carcinogenic properties of phenol-free coal creoline when used in the recommended doses.

Effectiveness of Creolin treatment of sheep with positive serological reaction to brucellosis

The results of the experiment to determine the effectiveness of creolin treatment of sheep with positive serological reaction to brucellosis are presented in Table 5.

Table 5 – Effectiveness of creolin treatment of sheep with positive serological reaction to brucellosis

Group number	No. of sheep	Results of serologic tests (RA titers)	1-treatment (after a positive brucellosis result)	2-treatment (on day 7 after 1-treatment)	3-treatment (on day 7 after 2-treatment)	Collection of pathologic material on day 7 after 3-treatment		Effectiveness of sanation
						serological results	bacteriological results	
1	1	1:100	orally, 1.0 ml/kg	orally, 1.0 ml/kg	orally, 1.0 ml/kg	1:50	-	100%
	2	1:200				1:100	-	
	3	1:400				1:200	-	
2	4	1:100	subcutaneously, 0.1 ml/kg	subcutaneously, 0.1 ml/kg	subcutaneously, 0.1 ml/kg	-	-	100%
	5	1:200				1:100	-	
	6	1:400				1:200	-	

Table 5 shows that animals treated 3 times with both methods were cleared from the brucellosis pathogen. Antibody titer in animals treated 3 times, although decreased twice from the initial level, but did not completely disappear. This situation indicates that the level of antibodies in blood serum is not an indicator of the presence of the pathogen in the organism, but only to some extent characterizes the protective forces of the organism. For example, in sheep No. 3 and No. 6 the antibody titer is 1:200, but the brucellosis pathogen has not been isolated in them.

Many scientists of the world inform about the danger of uncontrolled use of insecticides [14-18]. The use of coal coal phenol-free creolin, which is an insecticidal preparation, although it showed a significant therapeutic effect in experimental brucellosis, requires experiments on large animals, because of the possible distant negative effect on the organism of animals and the environment [19-20].

As a result of this experiment it was found that after three times treatment with 2% suspension of the preparation "Creolin" sheep sick with brucellosis were completely cured. However, given the small number of animals involved in the experiment and the limited time, we consider it advisable to conduct further research on a larger scale to develop specific recommendations on this issu

Conclusion. Phenol-free creolin preparation at a concentration of 0.125-1.0% had a bactericidal effect on *B. melitensis* strain 16M in vitro.

No additional changes or abnormalities were observed during oral and subcutaneous administration of 1-2% suspension of phenol-free creoline to 10-white mice during the 10-day observation period. When the drug was administered orally, decreased appetite and a slight increase in body temperature were observed during the first two days; when administered subcutaneously, a slight redness was observed, which subsequently transformed into a sterile abscess that resolved after 7-8 days.

The same signs were observed in sheep.

Thus, at oral and subcutaneous administration in recommended doses of phenol-free creolin to experimental white mice and sheep, harmlessness and safety of the drug was confirmed.

Four-fold treatment of guinea pigs infected with *B. melitensis* strain 16M with creolin showed 100% efficacy regardless of the route of administration. Sheep that tested positive for brucellosis in the agglutination reaction with a titer of 1:100-1:400 were completely cured when treated three times with a 2% suspension of creolin.

Administration of the drug orally or subcutaneously gave the same results. Experiments to determine the effectiveness of creolin treatment of sheep with positive serologic reaction to brucellosis showed that animals treated 3 times by both methods were cleared of the brucellosis pathogen. The antibody titer in animals treated 3 times, although halved from the initial level, did not completely disappear.

This preliminary experiment did not study the effect of the drug on the internal organs of the animals, its elimination period, or the safety of processed animal products for food purposes. However, since the experiments yielded encouraging results, we believe that these efforts should be repeated on a larger scale in the future, including studies of the drug's effects on the body and its food safety.

Conflict of interest statement. The authors declare that they have no conflict of interest.

References:

[1] **Flint, Austin.** A text-book of human physiology. NewYork, Appleton, 886. – 978 p. https://books.google.ne/books?id=EZEEAQAAIAAJ

[2] **Dujardin-Beaumetz**, Bulletin General de Therapeutique Medicale Et Chirurgicale. French Edition, 1889. – V. 116. – 1154 p. https://collections.nlm.nih.gov/ocr/nlm:nlmuid-57820280R-bk

[3] **Steffen, R.B.** Efeitos da Creolina sobre a nematofauna associada a cultura do fumo / Tecnológica, 2010. – V.14. – N.1. – P. 20-25. https://seer.unisc.br/index.php/tecnologica/article/view/1267

[4] **Murphy, M.C.** Methods of Disinfection Recommended by the Department of Health of the City of New York / The American Journal of Nursing, 1901. – Vol. 1. – N. 8. – P. 546-554. https://www.amazon.com/Disinfectants-Methods-Disinfection-Recommended-Department/dp/0260169242

[5] **Vearrier, D.,** Jocobs D., Greenberg M.I. Phenol Toxicity Following Cutaneous Exposure to Creolin: A Case Report [Text] / Journal of medical toxicology, 2014. – V. 11. – N. 2. – P. 227-231. https://doi: 10.1007/s13181-014-0440-1.

[6] **Motta, Y.P.** Effects of Mikaniaglomerata leaf extract on experimental *Bothropoidesjararaca* envenomation in Wistar Rats / Acta Scientiae Veterinariae, 2017. – V.45. – N.1464. – P.1-6. https://www.redalyc.org/pdf/2890/289053641047.pdf

[7] **Nikol'skaia, V.P.,** Pudova O.B., Zharkova O.A., Chmyr' I.A., Buianov V.V., Semenov A.M. The relationship between the conditions of cultivation and sporification of various Bacillus strains and the results of the evaluation of the sporocidal activity of chemical desinfectant / Annals of the Russian academy of medical sciences, 2007. – V. 12. – P. 31-44. https://istina.msu.ru/journals/94215/?p=6

[8] **Bonaventura, G.D.,** Angeletti S., Ianni A., Petitti T., Ghrardi G. Microbiological Laboratory Diagnosis of Human Brucellosis: An Overview [Text] / Pathogens, 2021. – V. 10. – N. 12. – P. 1623. https://doi:10.3390/pathogens10121623

[9] **Ильин, В.В.** Сравнительная токсико-фармакологическая оценка препаратов биорекса-ГХ, креолина-Х и креостома-Т //Вестник РАСХН, 2008. – № 6. – С. 66-68. https://www.dissercat.com/content/sravnitelnaya-toksiko-farmakologicheskaya-otsenka-preparatov-bioreksa-gkh-kreolina-kh-i-kreo

[10] **Мальцева, М.А.** Токсиколого-гигиеническая регламентация применения ветеринарных препаратов на основе В-циперметрина / Сб. науч. Тр. – Москва, 1999. – Р.179-181. https://medical-diss.com/medicina/toksikologo-gigienicheskaya-reglamentatsiya-primeneniya-veterinarnyh-preparatov-na-osnove-tsipermetrina

]11] **Кукушкина, Т.Р.,** Сайханов Е.О., Новоков Н.М. Сравнительная оценка эффективности применения препаратов «Дельцид» и «Креолин при мелофагозе» / Вестник РГАТУ, 2021. – Т.13. – №. 3. – С. 26-32. https://doi:10.36508/RSATU.2021.89.35.004.

[12] **Гилмитдинов, Р.Я.,** Рахматуллин Е.К., Кадиков И.Р., Василевский Н.М. Состояние детоксикационной системы печени у телят после применения Креолина-Х / Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Е.Баумана, 2023. – С. 61-68. https://doi:10.31588/2413_4201_1883_4_256_61.

[13] **Пылев, Л.Н.,** Васильева Л.А., Левински С.С., Хитрово И.А., Хрусталев С.А., Трузина Г.М. Оценка канцерогенной активности креолина бесфенольного каменноугольного / Ученые записки НИИ канцерогенеза ГУ РОНЦ им. им. Н.Н.Блохина, 2008. – С. 81-84. https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kantserogennoy-aktivnosti-kreolina-besfenolnogo-kamennougolnogo/viewer

[14] **Larson, A.J.,** Paz-Soldan V.A., Arevalo-Nieto C., Brown J., Condori-Pino C., Levy M.Z., Castillo-Ney R. Misuse, perceived risk, and safety issues of household insecticides: Qualitative findings from focus groups in Arequipa, Peru / PLoS Negl Trop Dis, 2021. – V. 15. – N. 5. – P. 1-19. https://doi:10.1371/journal.pntd.0009251.

]15] **Ahmad, M.F.,** Ahmad F.A., Alsayegh A.A., Zeyaullah M., AlShahrani A.M., Muzammil Kh., Saati A.A., Wahab Sh., Elbendary E.Y., Kambal N., Abdelrahman M.H., Hussain S. Pesticides impacts on human health and the environment with their mechanisms of action and possible countermeasure / Heliyon, 2024. – V. 10. – N. 7. – P. 1-26. https://doi:10.1016/j.heliyon. 2024.e29128.

[16] **Weisenburger, D.D.** A review and update with perspective of evidence that the herbicide glyphosate (Roundup) is a Cause of non-Hodgkin lymphoma / Clin. Lymphoma, Myeloma and Leukemia, 2021. – V. 21. – N. 9. – P. 621–630. https://doi.org/10.1016/j.clml.2021.04.009.

[17] **Rajmohan, K.,** Chandrasekaran R., Varjani S. A review on occurrence of pesticides in environment and current technologies for their remediation and management / Indian J. Microbiol, 2020. – V. 60. – P. 125–138. https://doi:10.1007/s12088-019-00841-x.

[18] **Arya, S.,** Kumar R., Prakash O., Rawat A. Pant A. Impact of insecticides on soil and environment and their management strategies, Agrochemicals in Soil and Environment: Impacts and Remediation / Springer, 2022. – P. 213-230. https://doi:10.1007/978-981-16-9310-6_10.

[19] **Garud, A.,** Pawar S., Patil M.S., Kale Sh.R., Patil S.A Scientific Review of Pesticides: Classification, Toxicity, Health Effects, Sustainability, and Environmental Impact / Cureus, 2024. – V.16. – N. 8. – P. 1-12. https://doi: 10.7759/cureus.67945.

[20] **Hassaan, M.A.,** El Nemr A. Pesticides pollution: classification, homan health impact, extraction and treatment techniques [Text] /Egypt J. Aquat. Res, 2020. – V. 46. – P. 207-220. https://doi.org/10.1016/j.ejar.2020.08.007.

References:

[1] **Flint, Austin**. A text-book of human physiology. NewYork, Appleton, 886. – 978 p. https://books.google.ne/books?id=EZEEAQAAIAAJ

[2] **Dujardin-Beaumetz,** Bulletin General de Therapeutique Medicale Et Chirurgicale. French Edition, 1889. – V. 116. – 1154 p. https://collections.nlm.nih.gov/ocr/nlm:nlmuid-57820280R-bk

[3] **Steffen, R.B.** Efeitos da Creolina sobre a nematofauna associada a cultura do fumo / Tecno-lógica,

2010. – V.14. – N.1. – P. 20-25. https://seer.unisc.br/index.php/tecnologica/article/view/1267

[4] **Murphy, M.C.** Methods of Disinfection Recommended by the Department of Health of the City of New York / The American Journal of Nursing, 1901. – Vol. 1. – N. 8. – P. 546-554. https://www.amazon.com/Disinfectants-Methods-Disinfection-Recommended-Department/dp/0260169242

[5] **Vearrier, D.,** Jocobs D., Greenberg M.I. Phenol Toxicity Following Cutaneous Exposure to Creolin: A Case Report [Text] / Journal of medical toxicology, 2014. – V. 11. – N. 2. – P. 227-231. https://doi: 10.1007/s13181-014-0440-1.

[6] **Motta, Y.P.** Effects of Mikaniaglomerata leaf extract on experimental Bothropoidesjararaca envenomation in Wistar Rats / Acta Scientiae Veterinariae, 2017. – V.45. – N.1464. – P.1-6. https://www.redalyc.org/pdf/2890/289053641047.pdf

[7] **Nikol'skaia, V.P.,** Pudova O.B., Zharkova O.A., Chmyr' I.A., Buianov V.V., Semenov A.M. The relationship between the conditions of cultivation and sporification of various Bacillus strains and the results of the evaluation of the sporocidal activity of chemical desinfectant / Annals of the Russian academy of medical sciences, 2007. – V. 12. – P. 31-44. https://istina.msu.ru/journals/94215/?p=6

[8] **Bonaventura, G.D.,** Angeletti S., Ianni A., Petitti T., Ghrardi G. Microbiological Laboratory Diagnosis of Human Brucellosis: An Overview [Text] / Pathogens, 2021. – V. 10. – N. 12. – P. 1623. https://doi:10.3390/pathogens10121623

[9] **Il'in, V.V.** Sravnitel'naja toksiko-farmakologicheskaja ocenka preparatov bioreksa-GH, kreolina-H i kreostoma-T //Vestnik RASHN, 2008. – № 6. – S. 66-68. https://www.dissercat.com/content/sravnitelnaya-toksiko-farmakologicheskaya-otsenka-preparatov-bioreksa-gkh-kreolina-kh-i-kreo [in Russian]

[10] **Mal'ceva, M.A.** Toksikologo-gigienicheskaja reglamentacija primenenija veterinarnyh preparatov na osnove B-cipermetrina / Sb. nauch. Tr. – Moskva, 1999. – P.179-181. https://medical-diss.com/medicina/toksikologo-gigienicheskaya-reglamentatsiya-primeneniya-veterinarnyh-preparatov-na-osnove-tsipermetrina [in Russian]

]11] **Kukushkina, T.R.,** Sajhanov E.O., Novokov N.M. Sravnitel'naja ocenka jeffektivnosti primenenija preparatov «Del'cid» i «Kreolin pri melofagoze» / Vestnik PGATU, 2021. – T.13. – №. 3. – S. 26-32. https://doi:10.36508/RSATU.2021.89.35.004. [in Russian]

[12] **Gilmitdinov, R.Ja.,** Rahmatullin E.K., Kadikov I.R., Vasilevskij N.M. Sostojanie detoksikacionnoj sistemy pecheni u teljat posle primenenija Kreolina-H / Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.E.Baumana, 2023. – S. 61-68. https://doi:10.31588/2413_4201_1883_4_256_61. [in Russian]

[13] **Pylev, L.N.,** Vasil'eva L.A., Levinski S.S., Hitrovo I.A., Hrustalev S.A., Truzina G.M. Ocenka kancerogennoj aktivnosti kreolina besfenol'nogo kamennougol'nogo / Uchenye zapiski NII kancerogeneza GU RONC im. im. N.N.Blohina, 2008. – S. 81-84. https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kantserogennoy-aktivnosti-kreolina-besfenolnogo-kamennougolnogo/viewer [in Russian]

[14] **Larson, A.J.,** Paz-Soldan V.A., Arevalo-Nieto C., Brown J., Condori-Pino C., Levy M.Z., Castillo-Ney R. Misuse, perceived risk, and safety issues of household insecticides: Qualitative findings from focus groups in Arequipa, Peru / PLoS Negl Trop Dis, 2021. – V. 15. – N. 5. – P. 1-19. https://doi:10.1371/journal.pntd.0009251.

]15] **Ahmad, M.F.,** Ahmad F.A., Alsayegh A.A., Zeyaullah M., AlShahrani A.M., Muzammil Kh., Saati A.A., Wahab Sh., Elbendary E.Y., Kambal N., Abdelrahman M.H., Hussain S. Pesticides impacts on human health and the environment with their mechanisms of action and possible countermeasure / Heliyon, 2024. – V. 10. – N. 7. – P. 1-26. https://doi:10.1016/j.heliyon. 2024.e29128.

[16] **Weisenburger, D.D.** A review and update with perspective of evidence that the herbicide glyphosate (Roundup) is a Cause of non-Hodgkin lymphoma / Clin. Lymphoma, Myeloma and Leukemia, 2021. – V. 21. – N. 9. – P. 621–630. https://doi.org/10.1016/j.clml.2021.04.009.

[17] **Rajmohan, K.,** Chandrasekaran R., Varjani S. A review on occurrence of pesticides in environment and current technologies for their remediation and management / Indian J. Microbiol, 2020. – V. 60. – P. 125–138. https://doi:10.1007/s12088-019-00841-x.

[18] **Arya, S.,** Kumar R., Prakash O., Rawat A. Pant A. Impact of insecticides on soil and environment and their management strategies, Agrochemicals in Soil and Environment: Impacts and Remediation / Springer, 2022. – P. 213-230. https://doi:10.1007/978-981-16-9310-6_10.

[19] **Garud, A.,** Pawar S., Patil M.S., Kale Sh.R., Patil S.A Scientific Review of Pesticides: Classification, Toxicity, Health Effects, Sustainability, and Environmental Impact / Cureus, 2024. – V.16. – N. 8. – P. 1-12. https://doi: 10.7759/cureus.67945.

[20] **Hassaan, M.A.,** El Nemr A. Pesticides pollution: classification, homan health impact, extraction

and treatment techniques [Text] /Egypt J. Aquat. Res, 2020. – V. 46. – P. 207-220. https://doi.org/10.1016/j.ejar.2020.08.007

БРУЦЕЛЛЕЗГЕ ҚАРСЫ ХИМИЯЛЫҚ ПРЕПАРАТТЫҢ БЕЛСЕНДІЛІГІН АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН ТӘЖІРИБЕЛЕР

Абуталип А., ветеринария ғылымдарының докторы, профессор
Касенов М.М., ветеринария ғылымдарының кандидаты, профессор
Бижанов А.Б.[*]**,** ветеринария ғылымдарының докторы, профессор
Мырзалиев А.Ж., ветеринария ғылымдарының кандидаты
Ибрагим А., мал дәрігері

«Қазақ ғылыми-зерттеу ветеринария институты» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Мақалада ветеринариялық тәжірибеде инсектоакарицидтік және дезинфекциялық мақсатта қолданылатын креолин препаратын бруцеллезбен ауырған жануарларды емдеу үшін қолдану мүмкіндіктері қарастырылған.

Зерттеу нәтижелері *B. melitensis* 16M штаммын, фенолсыз креолинді 0,125-1,0% концентрацияда қолданылған in vitro тәжірибелерінде бактерицидтік әсер көрсеткенін анықтады. Фенолсыз креолиннің 1-2% суспензиясын тиісінше 1,0 және 0,3 мл көлемінде ауызша және тері астына енгізу арқылы ақ тышқандарға жүргізілген тәжірибелер препараттың зиянсыздығы мен қауіпсіздігін көрсетті. Қойларға фенолсыз креолиннің 1-2% суспензиясын ауыз қуысына және тері астына енгізу арқылы жүргізілген ұқсас тәжірибеде зертханалық жануарлардың жалпы жағдайы мен мінез-құлқы өзгермеді, депрессия, токсикоз, қойдың өлу белгілері байқалмады.

B. melitensis 16M штаммымен алдын ала жұқтырылған теңіз шошқаларында препараттың тиімділігі үш рет ауыз қуысына құйғаннан кейін -66%, тері астына енгізгеннен кейін -33% құрады. Препаратты төрт рет қолданылған басқа топтағы жануарларда препараттың тиімділігі енгізу жолына қарамастан 100% құрады.

Агглютинация сынамасы 1:100–1:400 титрімен бруцеллезге оң нәтиже берген қойлар енгізу жолына қарамастан 2% креолин суспензиясымен үш рет емдеуден кейін толық сауығып кетті. Алайда үш рет емделген жануарлардағы антидене титрлері бастапқы деңгейден екі есе азайғанымен, толығымен жойылған жоқ.

Тірек сөздер: креолин, фенол, бруцеллез, препараттың қауіпсіздігі, санация тиімділігі.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ АКТИВНОСТИ ХИМИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА ПРОТИВ БРУЦЕЛЛЕЗА

Абуталип А., доктор ветеринарных наук, профессор
Касенов М.М., кандидат ветеринарных наук, профессор
Бижанов А.Б.[*]**,** доктор ветеринарных наук, профессор
Мырзалиев А.Ж., кандидат ветеринарных наук
Ибрагим А., ветеринарный врач

ТОО «Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт», г. Алматы, Казахстан

Аннотация. В статье рассматриваются возможности использования препарата креолин, который применяется в ветеринарной практике в инсектоакарицидных и дезинфицирующих целях, для санации животных, больных бруцеллезом.

Результаты исследований показали, что в опытах in vitro с использованием штамма *B.melitensis* 16M, креолин без фенола в концентрации 0,125 – 1,0% оказывает бактерицидное действие. В опытах на белых мышах с пероральным и подкожным введением 1-2% суспензии безфенолного креолина, в объемах 1,0 и 0,3 мл, соответственно, установлена безвредность и безопасность препарата.

При проведении аналогичного опыта на овцах с пероральным и подкожным введением 1-2% суспензии безфенолного креолина общее состояние и поведение подопытных животных не менялись, признаки угнетения, токсикоза, а также гибель овец не наблюдались. Эффективность препарата у

морских свинок, предварительно инфицированных штаммом *B.melitensis* 16М, при трехкратном пероральном введении составила – 66%, а при подкожном введении не превысила – 33%. У животных других групп, которым препарат вводился 4 раза, эффективность препарата составила 100% независимо от способа введения.

Овцы, давшие положительный результат на бруцеллез в реакции агглютинации с титром 1:100–1:400, полностью излечились при трехкратной обработке 2%-ной суспензией креолина, независимо от способа введения. При этом титры антител у животных, обработанных 3 раза, хотя и снижается вдвое от исходного уровня, но полностью не исчезает.

Ключевые слова: креолин, фенол, бруцеллез, безопасность препарата, эффективность санации.

МРНТИ 68.39.49 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.371

ЭКСТЕРЬЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ, ЖИВАЯ МАССА И ИНДЕКСЫ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ ЧЕТЫРЕХ ЭКОТИПОВ КАЗАХСКОЙ ПОРОДЫ ЛОШАДЕЙ

Асанбаев Т.Ш.[1] кандидат сельскохозяйственных наук, профессор
asanbaev.50@mail.ru, https://orcid.org/0000-0003-1096-7410
Шарапатов Т.С.[1*], PhD, ассоциированный профессор
tlekbolsharapatov@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-5177-4001
Хамзина А.К.[2] магистр технических наук, научный сотрудник
aigerimkhamzina55@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-2211-0377
Ибраева А.К.[1] магистр сельскохозяйственных наук, старший преподаватель
a.nur4ik@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-7870-6749
Ибадуллаева А.А.[2] магистр технических наук
akerkeibadullayeva@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-2955-4034
Кажкен А.Н.[1] магистр сельскохозяйственных наук
newka2021@gmail.com, https://orcid.org/0009-0001-1399-0897

[1]Торайгыров университет, г. Павлодар, Казахстан
[2]Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан

Аннотация. Изучение морфологических особенностей региональных популяций казахской породы лошадей и адайского экотипа (адайская порода) имеет важное значение для совершенствования селекционно-племенной работы, сохранения генетического разнообразия и рационального использования животных в различных природно-климатических зонах Казахстана. Целью настоящего исследования являлась сравнительная оценка экстерьерных промеров, живой массы и индексов телосложения взрослых лошадей четырёх исследуемых популяций: типа жабе, южно-алтайской и найманской популяций казахской породы, а также адайской лошади. Объектом исследования служили 120 взрослых лошадей, распределённых на четыре группы по 30 голов.

Установлено, что наибольшими значениями промеров тела и живой массы характеризовались лошади типа жабе. У жеребцов данного типа высота в холке составляла 148,00 см, косая длина туловища – 154,80 см, обхват груди – 186,00 см, а средняя живая масса достигала 490,00 кг. Лошади адайского экотипа (адайская порода) также характеризовались сравнительно высокими значениями промеров тела и живой массы, однако по большинству исследованных показателей уступали лошадям типа жабе. Южно-алтайская популяция при сравнительно компактном телосложении отличалась наиболее высокими значениями индексов массивности – 127,86% и костистости – 14,52%, что свидетельствует о хорошо развитой грудной клетке и относительно крепком костяке. Минимальные значения индекса формата – 102,14-102,24% – установлены у адайских лошадей, что указывает на более компактные пропорции корпуса и может отражать их адаптацию к засушливым пастбищным условиям Мангистауской области.

Полученные результаты свидетельствуют о наличии выраженных морфологических различий между исследуемыми популяциями лошадей, сформировавшихся под влиянием природно-климатических условий, кормовой базы и направленной селекции. Выявленные особенности экстерьера, живой массы и индексов телосложения могут быть использованы при разработке программ сохранения генофонда, совершенствовании селекционно-племенной работы и повышении эффективности разведения казахской породы лошадей и адайского экотипа (адайская порода) в различных регионах Казахстана.

Ключевые слова: казахская порода лошадей; региональные популяции; экстерьерные промеры; живая масса; индексы телосложения; адаптация.

Введение. Казахская лошадь относится к числу наиболее ценных отечественных генетических ресурсов и исторически формировалась в условиях круглогодичного пастбищно-табунного содержания. Значительные различия природно-климатических условий Казахстана, продолжительный естественный отбор и направленная народная селекция способствовали формированию локальных популяций, различающихся по конституциональному типу, экстерьеру, живой массе и направлению хозяйственного

использования. Общими особенностями казахских лошадей являются приспособленность к сезонным колебаниям кормовой обеспеченности, способность к тебенёвке, выносливость и сохранение продуктивности при минимальных затратах на содержание [1].

Результаты молекулярно-генетических исследований свидетельствуют, что казахская порода лошадей представляет собой генетически относительно однородную аборигенную популяцию, сохранившую при этом высокий уровень внутрипородного генетического разнообразия [2]. Исследование микросателлитных маркеров у 435 лошадей из разных регионов Казахстана также выявило высокий уровень генетического смешения и сравнительно слабую дифференциацию между отдельными популяциями [3]. Следовательно, выраженные экстерьерные различия между локальными типами могут быть обусловлены не только генетической обособленностью, но и длительным воздействием природно-климатических условий, особенностями пастбищ, направлением отбора и технологией разведения. Это повышает значение непосредственной фенотипической оценки животных.

Экстерьерные промеры являются объективными количественными показателями роста, развития и пропорциональности телосложения лошадей. Они применяются при характеристике пород и внутрипородных типов, определении направления продуктивности и отборе животных для племенного использования. Сравнение разных генотипов показало, что абсолютные промеры и рассчитанные на их основе индексы позволяют достоверно выявлять различия в конституции и хозяйственном типе лошадей [4]. При изучении локальных экотипов установлено, что морфометрические признаки связаны с продуктивностью, адаптивностью и функциональными возможностями животных, причём на большинство промеров оказывает влияние половой диморфизм [5].

Высота в холке характеризует общий рост и развитие осевого скелета, косая длина туловища – степень растянутости корпуса, обхват груди – развитие грудной клетки и общую массивность, а обхват пясти отражает крепость костяка. Вместе с тем абсолютные промеры не всегда позволяют объективно сопоставлять животных, различающихся по росту. Более полную характеристику дают индексы телосложения. Индекс формата отражает соотношение длины туловища и высоты в холке, индекс массивности характеризует развитие грудной клетки относительно роста, индекс компактности – соотношение обхвата груди и длины корпуса, а индекс костистости – относительное развитие костяка. Совместное использование этих показателей позволяет разграничивать верховой, упряжной и продуктивный типы телосложения.

Среди казахских лошадей наиболее изучен тип жабе, характеризующийся крепкой конституцией, глубоким и широким туловищем, хорошо развитой грудной клеткой и высокой живой массой. Такие особенности соответствуют преимущественно мясо-молочному направлению продуктивности, и обеспечивают способность животных накапливать энергетические резервы в благоприятные пастбищные периоды. В ранее проведённом исследовании средняя живая масса казахских кобыл типа жабе составляла 433,5 кг, а высота в холке, косая длина туловища, обхват груди и обхват пясти – соответственно 142,0; 149,0; 174,9 и 18,2 см [6]. Современные геномные исследования типа жабе подтверждают ценность этой популяции как источника генетических вариантов, связанных с размерами тела, живой массой и адаптацией к условиям Центральной Азии [7, 8].

Лошади адай исторически формировались в засушливых условиях Арало-Каспийской низменности. По сравнению с типом жабе для них характерны более лёгкое и сухое телосложение, выраженные верховые качества, подвижность и выносливость. По данным М.Т. Каргаевой и соавторов, средняя живая масса исследованных адайских кобыл Мангистауской популяции составляла 415,3 кг [9]. Эти показатели подтверждают отличия адайских лошадей от более массивного типа жабе. До недавнего времени адайские лошади рассматривались преимущественно как экотип или отродье казахской породы. Однако 29 декабря 2023 года они были официально признаны самостоятельной породой «Адай» и зарегистрированы в Государственном реестре селекционных достижений Республики Казахстан [10].

Сведения об экстерьерно-конституциональных особенностях лошадей найманской и южно-алтайской популяций остаются фрагментарными. Найманский экотип включался в исследования генетической структуры и ассоциаций SNP с живой массой и промерами тела казахских лошадей [2, 11], однако сравнительных данных по его экстерьеру и индексам телосложения недостаточно. Южно-алтайский экотип представлен в научной литературе ещё слабее. Отсутствие стандартизированного сопоставления этих локальных групп с типом жабе и породой адай затрудняет определение их селекционной ценности, направления продуктивности и степени фенотипической обособленности.

Таким образом, имеющиеся публикации преимущественно посвящены отдельным популяциям казахских лошадей либо их молекулярно-генетическим особенностям. Комплексное сравнение типа жабе, найманского и южно-алтайского экотипов казахской породы и породы адай по единой системе промеров, живой массе и индексам телосложения ранее проводилось недостаточно. В связи с этим целью настоящего исследования являлась сравнительная оценка экстерьерных промеров, живой массы и индексов телосложения взрослых жеребцов и кобыл указанных групп для установления их конституциональных особенностей и возможного направления хозяйственного использования.

Материал и методы исследования. Исследования проводили осенью 2025 года в коневодческих хозяйствах четырёх регионов Республики Казахстан. Лошадей типа жабе казахской породы обследовали в Павлодарской области, южно-алтайской популяции – в Восточно-Казахстанской области, найманской популяции – в области Жетысу, а лошадей адайского экотипа (адайская порода) – в Мангистауской области.

Объектом исследования являлись взрослые жеребцы и кобылы в возрасте от 4 до 12 лет. Для определения живой массы и изучения экстерьерных особенностей обследовали 120 животных, по 30 голов в каждой популяции. Выборка лошадей типа жабе включала 5 жеребцов и 25 кобыл, южно-алтайской популяции – 3 жеребца и 27 кобыл, найманской популяции – 17 жеребцов и 13 кобыл, адайского экотипа (адайская порода) – 4 жеребца и 26 кобыл.

Экстерьерную оценку животных проводили по четырём основным промерам: высоте в холке, косой длине туловища, обхвату груди и обхвату пясти. Во время измерений животных устанавливали на ровной горизонтальной площадке в естественном положении с равномерной опорой на все конечности.

Высоту в холке определяли мерной палкой по вертикали от поверхности земли до высшей точки холки. Косую длину туловища измеряли от передней точки плечевого сустава до задней точки седалищного бугра. Обхват груди определяли мерной лентой непосредственно за лопатками, а обхват пясти – в наиболее тонкой части пясти передней конечности. Полученные промеры выражали в сантиметрах.

Живую массу определяли методом прямого взвешивания на стационарных весах, предназначенных для сельскохозяйственных животных. Результаты взвешивания выражали в килограммах. На основании индивидуальных промеров рассчитывали индексы формата, массивности, компактности и костистости:

$$\text{Индекс формата} = \frac{\text{Длина туловища}}{\text{Высота в холке}} \text{ x } 100 \quad (1)$$

$$\text{Индекс массивности} = \frac{\text{Обхват груди}}{\text{Высота в холке}} \text{ x } 100 \quad (2)$$

$$\text{Индекс компактности} = \frac{\text{Обхват груди}}{\text{Длина туловища}} \text{ x } 100 \quad (3)$$

$$\text{Индекс костистости} = \frac{\text{Обхват пясти}}{\text{Высота в холке}} \text{ x } 100 \quad (4)$$

Первичные данные систематизировали и обрабатывали в программе Microsoft Excel. Для каждой группы отдельно по жеребцам и кобылам определяли объём выборки (n),

среднее арифметическое (M) и стандартное отклонение (SD). Результаты представляли в формате (M ± SD).

Результаты исследований. Одним из основных критериев оценки морфологических особенностей и хозяйственно полезных качеств лошадей являются экстерьерные промеры, отражающие уровень развития костяка, пропорциональность телосложения и конституциональные особенности животных. Для сравнительной оценки морфологических особенностей исследуемых популяций у взрослых жеребцов и кобыл определяли основные линейные промеры тела. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные промеры тела взрослых лошадей исследуемых популяций, см (M ± SD)

Породно-популяционная принадлежность	Пол	n	Высота в холке	Косая длина	Обхват груди	Обхват пясти
Тип жабе казахской породы	жеребцы	5	148,00±2,35	154,80±3,03	186,00±6,60	20,50±0,50
	кобылы	25	144,80±1,61	151,20±2,68	180,12±3,32	19,52±0,65
Южно-алтайская популяция казахской породы	жеребцы	3	140,00±1,00	146,00±1,00	179,00±1,00	20,33±0,29
	кобылы	27	136,96±1,45	142,96±1,45	169,96±1,45	19,67±0,60
Найманская популяция казахской породы	жеребцы	17	138,00±2,26	142,82±2,38	170,12±4,70	20,04±0,46
	кобылы	13	136,08±2,14	141,46±4,58	167,62±4,33	19,36±0,28
Адайский экотип (адайская порода)	жеребцы	4	145,25±0,96	148,50±1,29	178,00±0,82	19,52±0,41
	кобылы	26	141,96±1,80	145,00±1,94	174,65±2,35	18,97±0,54

Как видно из данных таблицы 1, исследуемые популяции различались по средним значениям основных экстерьерных промеров, характеризующих размеры и пропорции тела животных. Во всех исследуемых популяциях средние значения высоты в холке, косой длины туловища, обхвата груди и обхвата пясти у жеребцов были выше, чем у кобыл, что отражает половой диморфизм по размерам тела.

Наиболее крупными размерами тела отличались лошади типа жабе. Средняя высота в холке у жеребцов составила 148,00 см, косая длина туловища – 154,80 см, обхват груди – 186,00 см, а обхват пясти – 20,50 см. У кобыл данного типа аналогичные показатели составили 144,80, 151,20, 180,12 и 19,52 см соответственно. Полученные данные свидетельствуют о хорошо развитом туловище, массивности и крепости конституции животных данного экотипа.

Адайские лошади характеризовались экстерьерными показателями, уступающими типу жабе, но превосходили южно-алтайскую и найманскую популяции. Жеребцы характеризовались высотой в холке 145,25 см, косой длиной туловища 148,50 см и обхватом груди 178,00 см, тогда как у кобыл соответствующие значения составили 141,96, 145,00 и 174,65 см. При этом обхват пясти у адайских лошадей был несколько меньше по сравнению с типом жабе, что может свидетельствовать о менее массивном костяке.

Наименьшие линейные размеры установлены у лошадей найманской и южно-алтайской популяций. Так, у найманских жеребцов высота в холке составила 138,00 см, а у южно-алтайских – 140,00 см, при сравнительно меньших значениях косой длины туловища и обхвата груди по сравнению с типом жабе. Аналогичная тенденция наблюдалась у кобыл: высота в холке составляла 136,08 см в найманской и 136,96 см в южно-алтайской популяциях. Обхват пясти у обследованных животных варьировал в сравнительно узких пределах – от 18,97 до 20,50 см, что указывает на меньшую межпопуляционную изменчивость этого промера по сравнению с размерами туловища.

В целом лошади типа жабе характеризовались наиболее крупными размерами тела и относительно массивным телосложением. Лошади адайского экотипа (адайская порода) также имели сравнительно высокие значения экстерьерных промеров, но по большинству

показателей уступали типу жабе, тогда как южно-алтайская и найманская популяции отличались меньшими размерами тела. Установленные различия могут отражать совокупное влияние наследственных особенностей, направления селекции, условий кормления и содержания, а также природно-климатических факторов регионов разведения. Полученные данные могут быть использованы при совершенствовании селекционно-племенной работы и сохранении хозяйственно ценных признаков исследованных популяций.

Живая масса является интегральным показателем роста и развития животных, формирующимся под совокупным влиянием породной принадлежности, пола, возраста, условий кормления и содержания. Результаты определения живой массы взрослых лошадей исследуемых популяций представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Живая масса взрослых лошадей исследуемых популяций, кг (M ± SD)

Породно-популяционная принадлежность	Жеребцы (n)	Живая масса, кг	Кобылы (n)	Живая масса, кг
Тип жабе казахской породы	5	490,00±30,94	25	460,60±16,60
Южно-алтайская популяция казахской породы	3	456,67±7,64	27	423,58±16,44
Найманская популяция казахской породы	17	400,59±23,51	13	382,15±37,93
Адайский экотип (адайская порода)	4	448,25±4,65	26	400,89±9,90

Согласно данным таблицы 2, наибольшей средней живой массой характеризовались лошади типа жабе: у жеребцов данный показатель составлял 490,00 кг, у кобыл – 460,60 кг. Полученные значения согласуются с относительно крупными промерами тела животных этого типа и характеризуют их как наиболее массивных среди исследованных популяций. Эти особенности могут быть связаны с наследственными качествами, направлением селекции, а также условиями кормления и содержания лошадей типа жабе.

Среди остальных исследованных популяций соотношение живой массы зависело от пола. Второе по величине значение среди жеребцов установлено в южно-алтайской популяции – 456,67 кг, тогда как у жеребцов адайского экотипа (адайская порода) оно составляло 448,25 кг. Среди кобыл, напротив, более высокая живая масса отмечена у адайских лошдаей– 423,58 кг против 400,89 кг в южно-алтайской популяции. Несмотря на относительно меньшие линейные размеры по сравнению с лошадьми типа жабе и адайского экотипа (адайская порода), южно-алтайские жеребцы характеризовались сравнительно высокой живой массой. Это согласуется с высокими значениями индекса массивности и указывает на сочетание компактных пропорций тела с хорошо развитой грудной клеткой. Подобные морфологические особенности могут отражать приспособленность южно-алтайских лошадей к условиям горного рельефа Восточного Казахстана, однако данное предположение требует подтверждения специальными экологическими, физиологическими или генетическими исследованиями.

Лошади адайского экотипа (адайская порода), сформировавшегося в засушливых условиях Мангистауской области, характеризовались несколько меньшей живой массой при достаточно высоких экстерьерных показателях. Вероятно, данная особенность обусловлена влиянием аридных природно-климатических условий, ограниченной продуктивностью естественных пастбищ и участием верховых пород в формировании экотипа, что способствовало развитию более сухой конституции при сохранении хороших рабочих и адаптационных качеств.

Наименьшие показатели живой массы установлены у лошадей найманской популяции. Полученные результаты согласуются с относительно небольшими линейными размерами тела животных этой популяции. Средняя живая масса жеребцов составила 400,59 кг, а кобыл – 382,15 кг. Выявленные особенности могут отражать совокупное влияние

наследственных факторов, пастбищно-кормовых и природно-климатических условий области Жетысу.

Индексы телосложения позволяют объективно оценить пропорциональность развития отдельных частей тела, особенности конституции и направление продуктивности животных. В отличие от абсолютных экстерьерных промеров, индексы характеризуют гармоничность телосложения и дают возможность сопоставить морфологические особенности различных экотипов независимо от их линейных размеров. Результаты расчёта индексов телосложения взрослых лошадей исследуемых популяций представлены в таблице 3.

Таблица 3. Индексы телосложения взрослых лошадей исследуемых популяций, (M±SD), %

Породно-популяционная принадлежность	Пол	n	Индекс формата	Индекс массивности	Индекс компактности	Индекс костистости
Тип жабе казахской породы	жеребцы	5	104,59±0,67	125,69±3,62	121,17±4,18	13,85±0,23
	кобылы	25	104,42±1,67	124,41±1,83	119,17±3,21	13,48±0,49
Южно-алтайская популяция казахской породы	жеребцы	3	104,28±0,02	127,86±0,71	122,61±0,77	14,52±0,13
	кобылы	27	104,38±0,18	124,09±0,45	118,89±0,19	14,36±0,50
Найманская популяция казахской породы	жеребцы	17	103,50±1,67	123,30±2,52	119,14±3,87	14,52±0,42
	кобылы	13	103,99±2,97	123,21±2,77	118,58±4,09	14,23±0,35
Адайский экотип (адайская порода)	жеребцы	4	102,24±0,29	122,57±0,38	119,87±0,55	13,47±0,25
	кобылы	26	102,14±0,52	123,02±1,25	120,47±2,24	13,36±0,40

Анализ полученных данных показал, что индекс формата у всех исследуемых популяций превышал 100%, что свидетельствует о растянутом типе телосложения, характерном для лошадей мясо-молочного направления продуктивности. Наиболее высокие значения данного показателя установлены у лошадей типа жабе 104,42–104,59% и южно-алтайской популяции 104,28–104,38%, что указывает на относительно более удлиненный корпус. В то же время у адайских лошадей индекс формата был минимальным 102,14–102,24%, отражая более компактные пропорции туловища, характерные для животных, сформировавшихся в условиях засушливых пастбищ Западного Казахстана.

По индексу массивности наиболее высокие значения отмечены у южно-алтайских жеребцов 127,86%, а также у лошадей типа жабе 124,41–125,69%. Полученные результаты свидетельствуют о хорошо развитой грудной клетке относительно высоты в холке. Следует отметить, что несмотря на сравнительно меньшие линейные размеры, южно-алтайские лошади характеризуются высоким уровнем развития грудной клетки. Вероятно, подобная морфологическая особенность сформировалась в процессе длительной адаптации к условиям горного рельефа Восточного Казахстана, где компактное телосложение в сочетании с хорошо развитой грудной клеткой способствует повышению выносливости и эффективному использованию естественных пастбищ.

Значения индекса компактности у исследуемых популяций варьировали в сравнительно узких пределах – от 118,58 до 122,61%, что свидетельствует о достаточно близком соотношении обхвата груди и длины туловища. Наиболее высокие показатели зарегистрированы у жеребцов южно-алтайской популяции 122,61% и жабе 121,17%, тогда как минимальные значения отмечены у найманских кобыл 118,58%. В целом различия по данному индексу отражают особенности пространственного развития грудного отдела относительно длины корпуса и подтверждают более выраженную компактность лошадей южно-алтайской популяции.

Анализ индекса костистости показал, что наиболее крепким костяком характеризовались лошади южно-алтайской и найманской популяций. У жеребцов величина индекса составила 14,52 и 14,52%, у кобыл – 14,36 и 14,23% соответственно. Более низкие

значения наблюдались у лошадей типа жабе 13,48–13,85% и адайского экотипа (адайская порода) 13,36–13,47%. Это свидетельствует о том, что при относительно меньших линейных размерах южно-алтайские и найманские лошади обладают более развитым костяком, что можно рассматривать как результат многолетней адаптации к горным и предгорным условиям, требующим высокой прочности опорно-двигательного аппарата и устойчивости при передвижении по пересеченной местности.

Обсуждение. Наиболее крупным и массивным телосложением характеризовались лошади типа жабе. Жеребцы этой группы имели максимальные высоту в холке 148,00 см, косую длину туловища 154,80 см, обхват груди 186,00 см, обхват пясти 20,50 см и живую массу 490,00 кг. Аналогичная закономерность установлена у кобыл, живая масса которых достигала 460,60 кг. По сравнению с найманской популяции жеребцы жабе были выше на 10,00 см, превосходили их по обхвату груди на 15,88 см и живой массе на 89,41 кг, или 22,3%. У кобыл разница по живой массе составляла 78,45 кг, или 20,5%. Это характеризует жабе как лошадей выраженного массивного и продуктивного типа. Полученные данные согласуются с результатами S. Assilbekov et al., отмечавших крупность и высокую живую массу современных лошадей жабе [12]. Селекционную обусловленность данных признаков подтверждают K.Zh. Iskhan et al., согласно которым совершенствование жабе направлено на повышение живой массы, развитие экстерьера и сохранение приспособленности к круглогодовому пастбищному содержанию [13].

Южно-алтайские лошади уступали жабе по абсолютным промерам, однако отличались компактным телосложением и относительно развитым костяком. Жеребцы имели максимальный индекс массивности – 127,86% и один из наиболее высоких индексов костистости – 14,52%. У кобыл индекс костистости составлял 14,36%, что было наибольшим значением среди исследованных групп. Следовательно, южно-алтайским лошадям свойственно компактное туловище с относительно развитой грудной клеткой и костяком при сравнительно небольшой высоте. Это подтверждает необходимость совместного анализа абсолютных промеров и индексов, поскольку они характеризуют разные компоненты морфологического строения лошади [14]. Информативность такого подхода при дифференциации пород и популяций лошадей также показана M.D. Gómez et al. [15].

Найманские лошади имели минимальные средние показатели высоты в холке, обхвата груди и живой массы. При этом обхват пясти найманских жеребцов составлял 20,04 см и уступал жабе только на 0,46 см, а индекс костистости достигал 14,52%, то есть находился на уровне южно-алтайской группы. Это показывает, что найманские лошади не являются лишь уменьшенной копией жабе, т.е. при меньшей высоте, длине туловища и массе они сохраняют относительно развитый костяк конечностей. Значение обхвата груди и пясти как показателей продуктивно-конституционального типа подтверждается исследованиями Т.Н. Хамируева и соавт., установивших у жеребцов табунного содержания положительную связь этих промеров с живой массой [16].

Адайские лошади характеризовался сравнительно крупными размерами тела и удовлетворительным уровнем развития живой массы, уступая по большинству показателей типа жабе. Средняя живая масса жеребцов составила 448,25 кг, кобыл – 400,89 кг. Вместе с тем относительно меньшие значения индексов формата и костистости, а также менее выраженное развитие грудной клетки по сравнению с южно-алтайским экотипом указывают на более сухой тип телосложения, который, вероятно, сформировался в процессе длительной адаптации животных к засушливым пастбищным условиям Западного Казахстана и влияния верховых пород при становлении данного экотипа. Следовательно, адайские лошади характеризуется сочетанием достаточно высокой живой массы с меньшей относительной массивностью. М.Т. Каргаева и соавт. также отмечали интенсивное формирование живой массы адайских лошадей и существенное влияние пастбищного периода на её динамику [17].

Во всех исследованных популяциях жеребцы превосходили кобыл по основным экстерьерным промерам и живой массе. Наиболее выраженный половой диморфизм отмечен у адайского экотипа (адайская порода), где превосходство жеребцов по живой массе

достигало 11,8%, тогда как у южно-алтайской, жабе и найманской популяций данный показатель составил 7,8%, 6,4% и 4,8% соответственно. Подобные половые различия по комплексу морфометрических признаков установлены также у лошадей пород мангаларга маршадор [18] и гуцульской [19].

Таким образом, тип жабе отличался наиболее крупными размерами тела и максимальной живой массой; южно-алтайская популяция – сочетанием компактного телосложения, высокой массивности и крепкого костяка; найманская популяция – относительно небольшими линейными размерами при хорошо развитом костяке; адайский экотип (адайская порода) – более компактными пропорциями тела и сухой конституцией, отражающими адаптацию к аридным условиям Западного Казахстана. Формирование данных морфотипов может быть связано с природными условиями разведения и направлением племенного отбора. Возможность изменения экстерьерной структуры популяций под влиянием селекции показана T. Druml et al. [20], а эффективность закрепления желательных экстерьерно-продуктивных признаков в условиях Казахстана подтверждена при создании внутрипородного типа «Мамыр-Актобе» кушумской породы [21].

Выводы. 1. Установлены различия между четырьмя исследованными популяциями лошадей по средним значениям экстерьерных промеров, живой массы и индексов телосложения. Выявленные особенности могут отражать совокупное влияние наследственных факторов, направления селекции и природно-климатических условий регионов их разведения. 2. Наиболее крупными размерами тела и живой массой характеризовались лошади типа жабе. Средняя живая масса жеребцов достигала 490,00 кг, что подтверждает их более массивное телосложение по сравнению с другими исследуемыми экотипами. 3. Южно-алтайская популяция отличалась наиболее высокими значениями индексов массивности 127,86% и костистости 14,52%, что свидетельствует о хорошо развитой грудной клетке и крепком костяке при относительно компактном телосложении. Адайский экотип (адайская порода) характеризовался наиболее низким индексом формата 102,14–102,24%, отражающим более компактные пропорции корпуса, тогда как найманской популяции отличался относительно небольшими линейными размерами при достаточно высоком уровне развития костяка. 4. Полученные результаты могут быть использованы при совершенствовании селекционно-племенной работы, сохранении генетического разнообразия внутрипородных экотипов и разработке программ рационального разведения казахских лошадей с учетом их адаптивных и продуктивных особенностей.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках проекта ИРН AP26198995 «Изучение генетического разнообразия четырех экотипов казахской аборигенной породы лошадей с использованием полногеномного секвенирования», финансируемого Министерством науки и высшего образования Республики Казахстан по программе грантового финансирования научных исследований на 2025–2027 годы.

Литература:

[1] **Kabylbekova, D.** Genetic studies and breed diversity of Kazakh native horses: a comprehensive review / D. Kabylbekova, T. S. Assanbayev, S. Kassymbekova, J. Kantanen // Advancements in Life Sciences. – 2024. – Vol. 11, No. 1. – P. 18–27. https://doi.org/10.62940/als.v11i1.2809.

[2] **Pozharskiy, A.** Genetic structure and genome-wide association study of the traditional Kazakh horses / A. Pozharskiy, A. Abdrakhmanova, I. Beishova, A. Shamshidin, A. Nametov, T. Ulyanova [et al.] // Animal. – 2023. – Vol. 17, No. 9. – Article 100926. https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100926

[3] **Orazymbetova, Z.** Genetic diversity of Kazakhstani Equus caballus (Linnaeus, 1758) horse breeds inferred from microsatellite markers / Z. Orazymbetova, D. Ualiyeva, K. Dossybayev, A. Torekhanov, D. Sydykov, A. Mussayeva, G. Baktybayev // Veterinary Sciences. – 2023. – Vol. 10, No. 10. – Article 598. https://doi.org/10.3390/vetsci10100598

[4] **Bene, S.** Comparison of live weight and body measurements of adult brood mares from different genotypes in Hungary / S. Bene, S. B. Kecskés, J. P. Polgár, F. Szabó // Journal of Central European Agriculture. – 2014. – Vol. 15, No. 2. – P. 1–11. https://doi.org/10.5513/JCEA01/15.2.1442

[5] **Guyo, M.** Evaluations of morphometric traits and body conformation indices of horse ecotypes reared in the highlands of Bale Eco-Region, Ethiopia / M. Guyo, M. Tareke, A. Tonamo, D. Bediye, G. Defar // Veterinary Medicine and Science, 2024. – Vol. 10, No. 6. – Article e70114. https://doi.org/10.1002/vms3.70114

[6] **Sharapatov, T.** Increasing the milk productivity of Kazakh Jabe horses / T. Sharapatov, T. Assanbayev, S. Shauyenov, K. Ishan // Brazilian Journal of Biology, 2023. – Vol. 83. – Article e277915. – https://doi.org/10.1590/1519-6984.277915

[7] **Pozharskiy, A.** Genetic composition of Kazakh horses of Zhabe type evaluated by SNP genotyping / A. Pozharskiy, I. Beishova, A. Nametov, A. Shamshidin, T. Ulyanova, A. Kovalchuk [et al.] // Heliyon, 2025. – Vol. 11, No. 1. – Article e41173. – https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e41173

[8] **Assanbayev, T.** Whole genome sequencing and de novo genome assembly of the Kazakh native horse Zhabe / T. Assanbayev, R. Akilzhanov, T. Sharapatov, R. Bektayev, D. Samatkyzy, D. Karabayev [et al.] // Frontiers in Genetics, 2024. – Vol. 15. – Article 1466382. – https://doi.org/10.3389/fgene.2024.1466382

[9] **Kargayeva, M. T.** Productive-biological features of Aday breed Kazakh horses / M. T. Kargayeva, D. A. Baimukanov, A. K. Karynbayev, O. Alikhanov, A. M. Zhunusov // EurAsian Journal of BioSciences, 2020. – Vol. 14, No. 1. – P. 329–335.

[10] Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан. Адаевская лошадь официально признана самостоятельной породой [Электронный ресурс], 2023. – 29 декабря. – URL: https://www.gov.kz/memleket/entities/moa/press/news/details/680590?lang=ru (дата обращения: 03.08.2026).

[11] **Бейшова, И. С.** Полногеномный поиск ассоциаций с продуктивными качествами у отечественных пород лошадей / И. С. Бейшова, Д. А. Гриценко, М. Х. Шамекова, А. С. Пожарский, Т. В. Ульянова, А. М. Ковальчук // Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты, 2023. – № 4 (100). – С. 11–19. – https://doi.org/10.37884/4-2023/02

[12] **Assilbekov, S.** Zoo-Technical Features of Tabun Horses in Almaty Region of Republic of Kazakhstan / S. Assilbekov, K. Iskhan, N. Japashov, A. Orynbassarova // American Journal of Animal and Veterinary Sciences, 2021. – Vol. 16, No. 1. – P. 15–22. https://doi.org/10.3844/ajavsp.2021.15.22

[13] **Iskhan, K.Zh.** Breeding Work with Kazakh Horses Zhabe Type / K. Zh. Iskhan, A. K. Makhmutov, V. M. Strochkov, D. I. Kabylbekova, Sh. N. Kassymbekova, Zh. Bimenova // Eurasian Agrotechnical Journal, 2024. – No. 3 (122). – P. 84–93. https://doi.org/10.51452/kazatu.2024.3(122).1756

[14] **Sadek, M.H.** Factor Analysis of Body Measurements in Arabian Horses / M. H. Sadek, A. Z. Al-Aboud, A. A. Ashmawy // Journal of Animal Breeding and Genetics, 2006. – Vol. 123, No. 6. – P. 369–377. https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.2006.00618.x

[15] **Gómez, M. D.** Morphological and Genetic Characterization of Spanish Heavy Horse Breeds: Implications for Their Conservation / M. D. Gómez, P. J. Azor, M. E. Alonso, J. Jordana, M. Valera // Livestock Science, 2012. – Vol. 144, No. 1–2. – P. 57–66. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.10.013

[16] **Хамируев, Т.Н.** Сопряжённость хозяйственно-полезных признаков табунных лошадей (Equus caballus) забайкальской породы / Т. Н. Хамируев, С. М. Дашинимаев, Б. З. Базарон // Российская сельскохозяйственная наука, 2023. – № 5. – С. 60–63. https://doi.org/10.31857/S2500262723050113

[17] **Каргаева, М. Т.** Формирование мясной продуктивности казахских лошадей адайского отродья / М. Т. Каргаева, Ю. А. Юлдашбаев, К. Ж. Исхан, О. Алиханов, Д. А. Баймуканов, В. А. Демин, И. А. Лукьянова // Аграрная наука, 2021. – № 9. – С. 47–51. https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-352-9-47-51

[18] **Pinto, L.F. B.** Evaluation of the Sexual Dimorphism in Mangalarga Marchador Horses Using Discriminant Analysis / L. F. B. Pinto, F. Q. Almeida, C. R. Quirino, P. C. N. Azevedo, G. C. Cabral, E. M. Santos, A. Corassa // Livestock Science, 2008. – Vol. 119, No. 1–3. – P. 161–166. – https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.03.014

[19] **Purzyc, H.** Sexual Dimorphism in Hucul Horses Using Discriminant Analysis / H. Purzyc, F. Kobryńczuk, J. Bojarski // Animal, 2011. – Vol. 5, No. 4. – P. 506–511. https://doi.org/10.1017/S1751731110002223

[20] **Druml, T.** Morphological Analysis and Effect of Selection for Conformation in the Noriker Draught Horse Population / T. Druml, R. Baumung, J. Sölkner // Livestock Science, 2008. – Vol. 115. – P. 118–128. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.06.015

[21] **Rzabayev, T. A** New Intra-Breed Type, “Mamyr-Aktobe,” of the Kushum Breed of Horses of the Aktobe Population / T. Rzabayev, S. Rzabayev, K. Rzabayev // Archives of Razi Institute, 2022. – Vol. 77, No. 6. – P. 2273–2279. https://doi.org/10.22092/ari.2022.360058.2539

References:

[1] **Kabylbekova, D.** Genetic studies and breed diversity of Kazakh native horses: a comprehensive review / D. Kabylbekova, T.S. Assanbayev, S. Kassymbekova, J. Kantanen // Advancements in Life Sciences, 2024. – Vol. 11, No. 1. – P. 18–27. https://doi.org/10.62940/als.v11i1.2809.

[2] **Pozharskiy, A.** Genetic structure and genome-wide association study of the traditional Kazakh horses / A. Pozharskiy, A. Abdrakhmanova, I. Beishova, A. Shamshidin, A. Nametov, T. Ulyanova [et al.] // Animal, 2023. – Vol. 17, No. 9. – Article 100926. https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100926

[3] **Orazymbetova, Z.** Genetic diversity of Kazakhstani Equus caballus (Linnaeus, 1758) horse breeds inferred from microsatellite markers / Z. Orazymbetova, D. Ualiyeva, K. Dossybayev, A. Torekhanov, D. Sydykov, A. Mussayeva, G. Baktybayev // Veterinary Sciences, 2023. – Vol. 10, No. 10. – Article 598. https://doi.org/10.3390/vetsci10100598

[4] **Bene, S.** Comparison of live weight and body measurements of adult brood mares from different genotypes in Hungary / S. Bene, S. B. Kecskés, J. P. Polgár, F. Szabó // Journal of Central European Agriculture, 2014. – Vol. 15, No. 2. – P. 1–11. https://doi.org/10.5513/JCEA01/15.2.1442

[5] **Guyo, M.** Evaluations of morphometric traits and body conformation indices of horse ecotypes reared in the highlands of Bale Eco-Region, Ethiopia / M. Guyo, M. Tareke, A. Tonamo, D. Bediye, G. Defar // Veterinary Medicine and Science, 2024. – Vol. 10, No. 6. – Article e70114. https://doi.org/10.1002/vms3.70114

[6] **Sharapatov, T.** Increasing the milk productivity of Kazakh Jabe horses / T. Sharapatov, T. Assanbayev, S. Shauyenov, K. Ishan // Brazilian Journal of Biology, 2023. – Vol. 83. – Article e277915. https://doi.org/10.1590/1519-6984.277915

[7] **Pozharskiy, A.** Genetic composition of Kazakh horses of Zhabe type evaluated by SNP genotyping / A. Pozharskiy, I. Beishova, A. Nametov, A. Shamshidin, T. Ulyanova, A. Kovalchuk [et al.] // Heliyon, 2025. – Vol. 11, No. 1. – Article e41173. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e41173

[8] **Assanbayev T.** Whole genome sequencing and de novo genome assembly of the Kazakh native horse Zhabe / T. Assanbayev, R. Akilzhanov, T. Sharapatov, R. Bektayev, D. Samatkyzy, D. Karabayev [et al.] // Frontiers in Genetics, 2024. – Vol. 15. – Article 1466382. https://doi.org/10.3389/fgene.2024.1466382

[9] **Kargayeva, M.T.** Productive-biological features of Aday breed Kazakh horses / M. T. Kargayeva, D. A. Baimukanov, A. K. Karynbayev, O. Alikhanov, A. M. Zhunusov // EurAsian Journal of BioSciences, 2020. – Vol. 14, No. 1. – P. 329–335.

[10] Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Respubliki Kazahstan. Adaevskaya loshad' oficial'no priznana samostoyatel'noj porodoj [Elektronnyj resurs]. – 29 dekabrya 2023 g. – URL: https://www.gov.kz/memleket/entities/moa/press/news/details/680590?lang=ru (data obrashcheniya: 03.08.2026). [in Russian]

[11] **Bejshova, I. S.** Polnogenomnyj poisk associacij s produktivnymi kachestvami u otechestvennyh porod loshadej / I. S. Bejshova, D. A. Gricenko, M. H. SHamekova, A. S. Pozharskij, T. V. Ul'yanova, A. M. Koval'chuk // Izdenister, nətizheler – Issledovaniya, rezul'taty, 2023. – № 4 (100). – S. 11–19. https://doi.org/10.37884/4-2023/02 [in Russian]

[12] **Assilbekov, S.** Zoo-Technical Features of Tabun Horses in Almaty Region of Republic of Kazakhstan / S. Assilbekov, K. Iskhan, N. Japashov, A. Orynbassarova // American Journal of Animal and Veterinary Sciences, 2021. – Vol. 16, No. 1. – P. 15–22. https://doi.org/10.3844/ajavsp.2021.15.22

[13] **Iskhan, K.Zh.** Breeding Work with Kazakh Horses Zhabe Type / K. Zh. Iskhan, A. K. Makhmutov, V. M. Strochkov, D. I. Kabylbekova, Sh. N. Kassymbekova, Zh. Bimenova // Eurasian Agrotechnical Journal, 2024. – No. 3 (122). – P. 84–93. https://doi.org/10.51452/kazatu.2024.3(122).1756

[14] **Sadek, M.H.** Factor Analysis of Body Measurements in Arabian Horses / M. H. Sadek, A. Z. Al-Aboud, A. A. Ashmawy // Journal of Animal Breeding and Genetics. – 2006. – Vol. 123, No. 6. – P. 369–377. https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.2006.00618.x

[15] **Gómez, M.D.** Morphological and Genetic Characterization of Spanish Heavy Horse Breeds: Implications for Their Conservation / M.D. Gómez, P.J. Azor, M.E. Alonso, J. Jordana, M.Valera // Livestock Science, 2012. – Vol. 144, No. 1–2. – P. 57–66. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.10.013

[16] **Hamiruev, T.N.** Sopryazhyonnost' hozyajstvenno-poleznyh priznakov tabunnyh loshadej (Equus caballus) zabajkal'skoj porody / T. N. Hamiruev, S. M. Dashinimaev, B. Z. Bazaron // Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka, 2023. – № 5. – S. 60–63. https://doi.org/10.31857/S2500262723050113 [in Russian]

[17] **Kargaeva, M.T.** Formirovanie myasnoj produktivnosti kazahskih loshadej adajskogo otrod'ya / M. T. Kargaeva, YU. A. YUldashbaev, K. ZH. Iskhan, O. Alihanov, D. A. Bajmukanov, V. A. Demin, I. A. Luk'yanova // Agrarnaya nauka, 2021. – № 9. – S. 47–51. https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-352-9-47-51 [in Russian]

[18] **Pinto, L.F. B.** Evaluation of the Sexual Dimorphism in Mangalarga Marchador Horses Using Discriminant Analysis / L. F. B. Pinto, F. Q. Almeida, C. R. Quirino, P. C. N. Azevedo, G. C. Cabral, E. M. Santos, A. Corassa // Livestock Science, 2008. – Vol. 119, No. 1–3. – P. 161–166. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.03.014

[19] **Purzyc, H.** Sexual Dimorphism in Hucul Horses Using Discriminant Analysis / H. Purzyc, F. Kobryńczuk, J. Bojarski // Animal, 2011. – Vol. 5, No. 4. – P. 506–511. https://doi.org/10.1017/S1751731110002223

[20] **Druml, T.** Morphological Analysis and Effect of Selection for Conformation in the Noriker Draught Horse Population / T. Druml, R. Baumung, J. Sölkner // Livestock Science, 2008. – Vol. 115. – P. 118–128. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.06.015

[21] **Rzabayev, T.A** New Intra-Breed Type, “Mamyr-Aktobe,” of the Kushum Breed of Horses of the Aktobe Population / T. Rzabayev, S. Rzabayev, K. Rzabayev // Archives of Razi Institute, 2022. – Vol. 77, No. 6. – P. 2273–2279. https://doi.org/10.22092/ari.2022.360058.2539

ҚАЗАҚ ЖЫЛҚЫ ТҰҚЫМЫНЫҢ ТӨРТ ЭКОТИПІНІҢ ЭКСТЕРЬЕРЛІК ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ, ТІРІЛЕЙ САЛМАҒЫ ЖӘНЕ ДЕНЕ БІТІМІНІҢ ИНДЕКСТЕРІ

Асанбаев Т.Ш.[1], ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, профессор
Шарапатов Т.С.[1*], PhD, қауымдастырылған профессор
Хамзина А.К.[2], техника ғылымдарының магистрі, ғылыми қызметкер
Ибраева А.К.[1] ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі
Ибадуллаева А.Ә.[2], техника ғылымдарының магистрі
Кажкен А.Н.[1], ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі

[1]Торайғыров университеті, Павлодар қ., Қазақстан
[2]Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Қазақ жылқы тұқымының өңірлік популяциялары мен адай экотипінің (адай жылқы тұқымы) морфологиялық ерекшеліктерін зерттеу селекциялық-асылдандыру жұмыстарын жетілдіру, генетикалық әртүрлілікті сақтау және Қазақстанның әртүрлі табиғи-климаттық аймақтарында жылқыларды ұтымды пайдалану үшін маңызды. Осы зерттеудің мақсаты зерттелген төрт популяцияға – жабы типіне, қазақ жылқы тұқымының оңтүстік алтайлық және найман популяцияларына, сондай-ақ адай экотипіне (адай жылқы тұқымы) жататын ересек жылқылардың экстерьерлік өлшемдерін, тірілей салмағын және дене бітімі индекстерін салыстырмалы бағалау болды. Зерттеу нысаны әрқайсысы 30 бастан төрт топқа бөлінген 120 ересек жылқы болды.

Дене өлшемдері мен тірілей салмағының ең жоғары мәндері жабы типіндегі жылқыларда анықталды. Осы типтегі айғырлардың шоқтығының биіктігі 148,00 см, тұрқының қиғаш ұзындығы 154,80 см, кеуде орамы 186,00 см, ал орташа тірілей салмағы 490,00 кг болды. Адай экотипінің (адай жылқы тұқымы) жылқылары да дене өлшемдері мен тірілей салмағының салыстырмалы түрде жоғары көрсеткіштерімен сипатталды, алайда зерттелген көрсеткіштердің көпшілігі бойынша жабы типіндегі жылқылардан төмен болды. Оңтүстік алтайлық популяция жылқылары дене бітімінің салыстырмалы ықшамдығымен қатар массивтілік индексінің – 127,86% және сүйектілік индексінің – 14,52% ең жоғары мәндерімен ерекшеленді. Бұл олардың кеуде қуысының жақсы жетілгенін және сүйек қаңқасының салыстырмалы түрде берік екенін көрсетеді. Формат индексінің ең төмен мәндері – 102,14–102,24% – адай жылқыларында анықталды. Бұл олардың дене тұрқы пропорцияларының анағұрлым ықшам екенін көрсетеді және Маңғыстау облысының қуаң жайылымдық жағдайларына бейімделуін сипаттауы мүмкін.

Алынған нәтижелер зерттелген жылқы популяциялары арасында айқын морфологиялық айырмашылықтардың бар екенін көрсетті. Бұл айырмашылықтар табиғи-климаттық жағдайлардың,

азықтық базаның және мақсатты селекцияның ықпалымен қалыптасқан болуы мүмкін. Анықталған экстерьерлік ерекшеліктер, тірілей салмақ және дене бітімі индекстері Қазақстанның әртүрлі өңірлерінде қазақ жылқы тұқымы мен адай экотипінің (адай жылқы тұқымы) гендік қорын сақтау бағдарламаларын әзірлеу, селекциялық-асылдандыру жұмыстарын жетілдіру және оларды өсіру тиімділігін арттыру кезінде пайдаланылуы мүмкін.

Тірек сөздер: қазақ жылқы тұқымы; өңірлік популяциялар; экстерьерлік өлшемдер; тірілей салмақ; дене бітімінің индекстері; бейімделу.

BODY CONFORMATION CHARACTERISTICS, LIVE WEIGHT, AND BODY CONFORMATION INDICES OF FOUR ECOTYPES OF THE KAZAKH HORSE BREED

Assanbayev T.Sh.[1], Candidate of Agricultural Sciences, Professor
Sharapatov T.S.[1], PhD, Associate Professor
Khamzina A.K.[2], master of technical science, researcher
Ibraeva A.K.[1], Master of Agricultural Sciences, senior lecturer
Ibadullayeva A.A.[2], PhD student, Master of Technical Sciences
Kazhken A.N.[1], Master of Agricultural Sciences

[1]*Toraighyrov University, Pavlodar, Republic*
[2]*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Republic*

Annotation. Studying the morphological characteristics of regional populations of the Kazakh horse breed and the Aday ecotype (aday breed) is important for improving selective breeding, conserving genetic diversity, and promoting the sustainable use of horses across the diverse natural and climatic zones of Kazakhstan. This study aimed to comparatively assess conformation measurements, live weight, and body conformation indices in adult horses representing four study populations: the Zhabe type, the South Altai and Naiman populations of the Kazakh horse breed, and the Aday ecotype (aday breed). The study included 120 adult horses divided into four groups of 30 animals each.

The highest body measurements and live weights were observed in horses of the Zhabe type. In stallions of this type, height at the withers was 148.00 cm, oblique body length was 154.80 cm, chest girth was 186.00 cm, and mean live weight reached 490.00 kg. Horses of the Aday ecotype (aday breed) also exhibited relatively high body measurements and live weights; however, they ranked below the Zhabe type for most of the traits examined. Despite its relatively compact conformation, the South Altai population had the highest massiveness index (127.86%) and bone index (14.52%), indicating a well-developed thorax and a relatively robust skeleton. The lowest body format index values (102.14–102.24%) were recorded in Aday horses, indicating more compact body proportions and potentially reflecting their adaptation to the arid rangeland conditions of the Mangystau Region.

The results demonstrated marked morphological differences among the horse populations examined. These differences may have developed under the combined influence of natural and climatic conditions, forage resources, and directed selection. The identified differences in conformation, live weight, and body conformation indices may be useful for developing gene-pool conservation programs, improving selective breeding, and increasing the breeding efficiency of regional populations of the Kazakh horse breed and the Aday ecotype (aday breed) across different regions of Kazakhstan.

Keywords: Kazakh horse breed; Regional population; body measurements; live weight; body conformation indices; adaptation.

ҒТАМР 68.35.47 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.372

МЕЛАНИН ПИГМЕНТІНІҢ ШОҒЫРЛАНУЫ МЕН ТАРАЛУ МОРФОЛОГИЯСЫНЫҢ ҚАРАКӨЛ ҚОЗЫЛАРЫНЫҢ ЖҮН ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ ТҮСІНЕ ӘСЕРІ

Аханов У.К., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, доцент
akhanov.1966@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-4285-4034
Ибраимова Ж.К., PhD
ibraimovajuldiz@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-2758-489X
Мусабеков А.Т., PhD, доцент
Aidos.Musabekov@auezov.edu.kz, https://orcid.org/0000-0001-8597-6499
Дауренбекова К.П., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
daurenbekova.katira@mail.ru,https://orcid.org/0009-0001-8830-4820
Ермекбаева А.Т., PhD, доцент
akbope.1988@mail.ru, http://orcid.org/0000-0002-4606-2448

М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан

Аңдатпа. Мақалада меланин пигментінің шоғырлануы мен таралу морфологиясының қаракөл қозыларының жүн жамылғысының түсіне әсерін зерттеу нәтижелері келтірілген.

Жұмыстың мақсаты,әртүрлі елтірілік типтеріндегі қаракөл қозыларының дене аймақтарының жүн жамылғысындамеланин пигменттің таралуындағы айырмашылықтарды анықтау, сондай-ақ пигментацияның жасқа байланысты өзгерістерін айқындау.

Зерттеу нысаны,әртүрлі елтірілік типтеріндегі қаракөл қозыларының дене аймақтарынан алынған жүн жамылғысының үлгілері болды.

Осылайша, жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде біз атап өткен қара түсті екі күндік, он күндік және бір айлық қозылардың жүн жамылғысының пигментациясының жасына байланысты өзгеруі туралы деректер осы зерттеу бағытындағы басқа авторлардың мәліметтеріне ұқсас екендігі анықталды.

Біз жүргізген зерттеулердің нәтижелері бойынша қаракөл қозыларының аяқтарындағы, басындағы және бауырындағыжүн жамылғысы құйымшағы мен қабырға бөлігіндегіге қарағанда қарқынды пигменттелгені анықталды.

Пигменттің ең көп мөлшері бір айлыққаракөл қозыларының жүн талшығыныңбаданасында кездеседі, жүн талшығының өзегінде біршама аз және терісіндеде өте аз, ал пигменттің аяғындағы жүн талшығының барлық аталған аймақтарындақұйымшақ бөлігіне қарағанда көп.

Төрт айлық қара қаракөл қозылардың жүн талшықтарындағы пигментті үйіндер көлемікішірейеді. Ол пигментті үйіндердің кейбіреулері жекеленгентығыз шоғырланған майдадаралардан тұрады. Жасы ұлғайған сайын пигментті үйіндер санының азаюы байқалады. Егер жаңа туған екі күндік қозының жүн талшықтарының көлденең қималарында пигментті үйіндер саны 60-тан 80-ге дейін болса, төрт айлық қозыда тек 12-20 болады.

Қара қозылардағы жүн талшықтарының пигментациясының дәрежесі немесе қарқындылығы әртүрлі және қарқынды қарадан әлсіреген қараға дейін өзгереді. Қозыларда түсі әлсіреген қара жүн талшықтары әлдеқайда ертерек пайда болады. Сонымен қатар, олардың арасында туылған кезде ақ жүн талшықтары бар қозылар жиі кездеседі. Сондай-ақ, қозылардың жүн талшықтарының ерте депигментациялануының көптеген себептерінің біріжемшөп жағдайлары және дене бітімінің конституциясы мен жануарлардың жасына байланысты.

Қозылардың жасы ұлғайған сайын жүн талшығындағыпигментті үйіндердің түссізденуі мен қатар олардың ыдырауы да жүреді. Сырт жағынан қарағанда, қара қаракөл қойлардың жүнінің депигментациясы жеке жүн талшықтарыныңұшының ағаруымен көрінеді.

Тірек сөздер: Қаракөл қозылары, елтірі түрлері, пигментация,пигментті үйіндер, меланин, меланофорлар, депигментация, жүн талшықтары.

Кіріспе. Жүргізілген зерттеулердің айтарлықтай көлеміне қарамастан, жүн талшықтарының пигментациясының табиғаты толық зерттелмеген күйінде қалып отыр. Жануарлар денесінің терморегуляция механизмдерінде тері мен жүн талшықтарының пигментациясының әсерін анықтау маңызды теориялық және практикалық маңызы бар мәселе болып табылады. Бірқатар зерттеушілер пигменттің тек ағзаның қорғаныс функциясын ғана емес, сонымен қатар дененің термиялық

гомеостазын сақтауды қамтамасыз ететін факторлардың бірі екенін атап өтті.

Б. Н. Васин алғашқылардың бірі болып қаракөл қойларындағы тұқым қуалаушылық пен жүн жамылғысының түсінің өзгергіштік заңдылықтарын зерттеп, қаракөл қойларын жүн жамылғысының түсі бойынша өсіру теориясын жасады, оның негізгі ережелерін қазіргі кезде қаракөл қойын өсірумен айналысатыншаруашылықтарда кеңінен қолданылады. Осы зерттеулер негізінде белгілі бір түстегі өндіруші қошқарларды пайдалану бойынша нақты, ғылыми негізделген ұсыныстар жасады [1].

К.М. Лаханованың зерттеулеріне сәйкес, пигментацияның қарқындылығы жүн талшықтарындағы меланин пигментінің сапасына байланысты. Біздің зерттеулеріміз қаракөл қойларының қара түсі осы тұқымға тән екенін көрсетті, ал негізгі тұқымдық сипатта-малары айқын көрінеді: елтірі бұйралары-ның пішіні мен айқын өрнегі, жылтырлығы, жібектілігі, тығыздығы және терісінің реңі. Қозылардың арасында бұл қасиеттер басқа түсті қозыларға қарағанда, қара түсті қозыларда әлдеқайда айқын түрде кездеседі [2, 3]. Қаракөл қой шаруашылығында тері мен жүн талшықтарының пигментациясы ерекше маңызға ие. Қаракөл қойларындағы тері пигментінің эмбриональды дамуын зерттеген бірқатар зерттеушілер үш айлық эмбриондардың терісінде пигменттің болуынзерттеу нәтижелерімен дәлелдеген [4]. Басқада зерттеушілер қаракөл қойларының тері препараттарын гистологиялық зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, жүн талшықтарында, эпидермисте және сыртқы қынапта пигменттің пайда болуы меланофор түйіршіктерінде жинақталған меланиннің бөлінуіне байланысты күрделі көпжақты процесс екенін анықтады. Осылайша, меланин пигментінің түзілу процессінде барлық аймақтарда меланофорлардың тұрақты болуы анықталды, бұл терінің әртүрлі құрылымдарында пигментті қалыптастыру механизмдерінің бірлігін көрсетеді [5].

Қаракөл қозыларының әртүрлі түстерінің қарқындылығы меланиннің сандық құрамына тікелей байланысты екендігі анықталды. Сұр түсті қаракөл қозыларыныңжүн талшықтарындағы пигменттің түсі, қара қаракөл қозыларының жүн талшықтарындағыпигментінің түсімен бірдей, бірақ сұр түсті қаракөл қозыларының жүн талшықтарында меланин пигментінің мөлшері шамамен 7% құраса,қара қаракөл қозыларының жүн талшықтарында ол пигмент 12% құрайды [6,7].

Меланин түйіршікті пигменті меланофорлардың пигментті жасушаларына жақын жерде кездеседі. Пигментация процесі меланофор жасушаларының пролиферациясының қарқындылығына да, олардың меланин түйіршіктерін синтездеу және жинақтау қабілетіне де байланысты [8].

Қара жүн талшықтарының құрылымында меланофорлардың едәуір мөлшері шоғырланғаны байқалады, олар үлкен мөлшерімен және дамыған көп қабатты морфологиясымен ерекшеленеді. Ақшыл жүн талшықтарында, керісінше, меланофорлардың мөлшері кішірек, процестердің аз болуымен сипатталады және пигментті түйіршіктердің саны да аз [9].

Қара және сұр түсті қаракөл қозылардың терісінің ерекше морфологиялық белгісі олардың терісіндегі пигменттің шоғырлану сипаты мен қанығу дәрежесіне байланысты. Қара қозыларда қылшық жүн талшығыныңда, түбіт жүн талшығыныңда баданасындапигменттелген. Меланофораның пигментті жасушалары негізінен жүн талшығының фолликулалары мен сыртқы эпителий қынап аймағында шоғырланған. Жеке меланофорлар эпидермисте және тер бездерінің секреторлық қабырғаларының сыртқы қабаттарында да кездеседі [10].

Қаракөл қозылырының жүн жамылғысының табиғи түсі,жүн талшығындағыпигменттің түріне, сондай-ақ оның қарқындылығы мен және оның жүн талшығының бойында таралуына, жүн талшығының ұзындығына тікелейбайланысты.Қаракөл қозылырдың жүн талшығын микроскопиялық зерттеу олардың кортикальды және өзек қабаттарында пигментті түйіршіктердің қара және қоңыр екі түрінің болуын анықтады [11].

Жануарлардың жүн жамылғысының талшықтарын зерттеу кезінде жүн жамылғысының түсіолардың сапалық сипаттамаларының өзгеру заңдылығына бағынышты екені анықтады. Ақ түсті қозылардың жүн жамылғысы көптеген көрсеткіштер бойынша қара және қызыл түсті қозыларға қарағанда жақсы дамыған. Зерттеушінің пікірінше, бұл құбылыс бейімделгіш сипатқа ие және жануарлардың тіршілік ету ортасының нақты жағдайларына бейімделуін көрсетеді.Зерттеу барысында ақ түсті қозылардың жүн талшығының өзек қабатының айқын дамуы байқалады. Демек, қаракөл қозыларыныңжүн жамылғысының түсіне байланысты жүн талшықтарының морфологиялық сипаттамаларындағы айырмашылықтар кездейсоқ құбылыс емес, бейімделудің белгілі бір биологиялық заңдылықтарының нәтижесі болып табылады [12,13].

Бірқатар қаракөл қойын зерттеушілер пигментация дәрежесі мен сұр қаракөл қойларының өміршеңдігі арасында байланыс бар екенін анықтады. Дене бітімінің әлсіреуі ашық түсті жануарларда айқын көрінеді. Сонымен, ашық сұр түсті қозылар қанық түсті қозылармен салыстырғанда аз өміршеңдігімен сипатталады. Қара түсті елтірілер ең жақсы қасиеттерге ие. Қаракөл қозыларыныңжүн жамылғысының пигментациялану дәрежесі мен олардан алынған

елтірілердің сапалық сипаттамалары арасында белгілі бір тәуелділіктің бары айқындалды [14].

Қара түсті қаракөл қойларының жасы ұлғайған сайын жүн жамылғысының қара түсті пигментті түйіршіктері ашық қоңыр түске айнала бастайды. Бөлек орналасқан пигментті түйіршіктер де ашық түске айналады. Төменгі, өтпелі және қылшық жүн талшықтарыныңкөпшілігінде пигмент жоқ, тек кейбіреуінің қабыршақты қабатының астында орналасқан тар сақина тәрізді пигментті дәндер болады. Қара, қоңыр және ақшыл түсті қозылардыңжүн жамылғысының пигментациясына бағыттал-ған гистологиялық зерттеулер олардың жүн талшықтарында пигменттің мөлшері мен таралу түрле-рінде айқын айырмашылықтың барын көрсетті. Қара қозылардың жүн талшықтарында пигментті түйіршіктер таралуы біркелкі, ал қоңыр қозыларда олардың мөлшері әр түрлі және шашы-раңқы орналасқан. Олар қара қозыларға қарағанда үлкенірек болуы мүмкін, бірақ азырақ таралады [15].

Әдебиеттегі меланин түрлерінің сипаттамасына сәйкес, эумеланин қара және ашық қоңыр қозылардың жүн талшықтарында, ал феомеланин қара - қоңыр жүн талшықтарындакездеседі.Қаракөл қозыларының жүн жамылғысының пигментациясының жасқа байланысты өзгеруін зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, феомеланин тезірек ыдырауа ұшырайды, соның нәтижесінде қоңыр түсті қозылардың жасы ұлғайған сайын жүн жамылғысының депигментациясы тез жүреді деуге болады. Сұр түсті қозылардың жүн жамылғысыжасы ұлғайған сайын сайын қара түсті қозыларға қарағанда тезірек депигментацияланады. Шамасы, бұл сұр қозыларындағы меланиннің әртүрлі химиялық табиғатына байланысты емес, оның аз мөлшері мен ерекше таралуына байланысты. Сұр қойларының дене бітіміндегі ерекшеліктері де осы жерде рөл атқаруы мүмкін.

Қаракөл қозыларының ағзасындағы меланин синтезін қамтамасыз ететін биохимиялық процестердің басталу уақытындағы өзгерістер тұқым қуалайды, сондықтан олар ұрпақтарда көбейеді, ұрпақтар бойына жинақталады, күшейеді және тұрақты болады.

Қаракөл қозыларыныңсұр түсінің пайда болуының бұл теориялық түсіндірмесі және ғалымдар мен қаракөл қойын өсірушілердің қара қойлардан сұр қозылардың тууы туралы мәлімдемелері сұр қозыларының түсін қолға үйретілгеннен бері сақталған жәдігер ретінде емес, асылдандыру жұмысы процесінде дамыған жаңадан пайда болған деп санауға мүмкіндік береді. қазіргі уақытта қолға үйретілген және үнемі кездесетін жағдай [16].

Қаракөл қозыларының әртүрлі түстерінің қарқындылығы меланиннің сандық құрамына тікелей байланысты. Сұр түсті қозылардың жүн талшықтарынан алынған пигменттің түсі қара жүн талшығы пигментінің түсімен бірдей, бірақ сандық айырмашылықтар бар: сұр түсті қозылардың жүн талшықтарындағы пигменттің мөлшері шамамен 7%, ал қара қара түсті қозыларда ол 12% құрайды. Зерттеу нәтижелері, қара қозыларға қарағанда,сұр түсті қозылардың жүн талшықтарының пигментациясының табиғаты әлде де терең морфологиялық зерттеулерді қажет еттінін көрсетті[17].

Бұл деректер, басқа да көптеген ғалымдардың пікірінше сұр түс қаракөл қойларына ешқандай қатысы жоқ селекция нәтижесінде пайда болған түс деп санайды.

Түрлі түсті қаракөл қойларын таңдау үшін жүнталшықтарының пигментациясының жасқа байланысты өзгерістерге ұшырау табиғатын білу өте маңызды. Бұл ересек жануарларды түсіне байланысты таңдауды жеңілдетеді. Қою қоңыр жүнінен бөлінетін пигменттің түсі қара жүннен бөлінген пигменттен айтарлықтай ерекшеленеді. Сүтқоректілердің жүн талшықтарындағы меланиннің сандық құрамы туралы көптеген зерттеулер жалпы жүн жамылғысының түсі пигменттің концентрациясына тікелей байланысты екенін көрсетті. Гистологиялық зерттеулер өте құнды болып шықты, соның негізінде қозылардың жүн жамылғысыныңтүсі тек пигменттің түсіне және оның мөлшеріне ғана емес, сонымен қатар оның жүн талшықтарының бойында таралу сипатына да байланысты екендігі дәлелденді [18]. Көптеген ғалымдардың пікірінше, қаракөл қойларыныңжүн жамылғысының түсі пигменттің мөлшерін азайту және оны ядро шекарасында кортикальды қабатта шоғырланған үлкен кластерлер түрінде тарату арқылы қалыптасады. Пигменттің ұқсас таралуын қызғылт және күміс түсітіқаракөл қозыларында да анықтады.

Қаракөл қойларының популяциясы түстердің алуан түрлілігімен сипатталады. Эволюция процесінде бұл әртүрлілік тұқым қуалайтын өзгергіштік диапазонының кеңеюіне ықпал етеді, бұл түрдің икемділігінің жоғары деңгейін және оның өзгеретін қоршаған орта жағдайларына бейімделу қабілетін қамтамасыз етеді [19].

Дегенмен, сұр, ақ, қызғылт, қоңыр және басқада әртүрлі түстердегі қаракөл қойларының жүн жамылғысының түсінің өзгергіштігі мен тұқым қуалау ережелері осы уақытқа дейін толық зерттелмеген. Зерттеудің бұл бағыты әлі күнге дейін өз зерттеушілерін күтіп тұр. Біздің зерттеулеріміз түрлі түстегі және елтірілік типтегі қаракөл қозыларының жүн жамылғысының пигментациясының ерекшеліктерін анықтауға бағытталған.

Материалдар мен әдістемелер.Жұмыстың мақсаты, әртүрлі елтірілік типтеріндегі қаракөл қозыларының дене бөліктері бойынша пигменттің таралуындағы айырмашылықтарды анықтау, сондай-ақ пигментацияның жасқа байланысты өзгерістерін айқындау.

Зерттеу нысаны, әртүрлі елтірілік типтеріндегі 10 күндік, бір және алты айлық жастағы қаракөл қозыларының дене бөліктері алынған жүн жамылғысының үлгілері болды.

Үлгілер Түркістан облысында қаракөл қойын өсірумен айналысатын "Тасты" шаруа қожалығында 2023 жылдың сәуір айында алынды. Қозылардың құйымшақ аумағынаналынған жүн үлгілері зерттелді, бұл аймақ ең ерекше бұйралармен сипатталады. Ең алдымен, дененің әртүрлі аймақтарында және жүн талшығының жеке бөліктерінде (өзегінде, түк фолликуласында және терісіндегі) пигментация топографиясы зерттелді. Содан кейін әртүрлі елтірілік типке жататын және 10 күндік, бір және алты айлық қаракөл қозылардыңжасына байланысты жүн жамылғысындағы пигментация қарқындылығы анықталды. Меланин құрамының ЭПР-спектрометриялық талдауы Э.Б. Всеволодов ұсынған әдістемеге сәйкес спектрометрдің спектрограммаларды компьютерге бейне сигнал түрінде шығаратын ВИГТ-421400.0011 моделіндежүргізілді [20],.

Алынған сандық материалдар Е.К.Меркурьеваның статистикалық әдістемесіне сәйкесэлектронды есептеу техникасын қолдану арқылы өңделді [21].

Нәтижелер мен талқылаулар.Түрлі түсті қаракөл қойларын өсіру үшін жүн жамылғысындағы пигментациясының жасқа байланысты өзгерістерін білу өте маңызды. Бұл ересек жастағы жануарларды таңдауды жеңілдетеді. Бір айлық қаракөл қозыларының жүніндегі меланин пигменттің мөлшерін анықтау жұмыстарының нәтижесі 1-кестеде келтірілген.

1-кесте – Қозылардың денесінің түрлі аймақтарының жүн жамылғысынан алынған 1 - грамм үлгідегі меланин пигментінің мөлшері

Зерттеу үлгілері алынған аймақтар	Қозылардың денесінің түрлі аймақтарының жүн жамылғысынан алынған 1 - грамм үлгідегі меланин пигментінің мөлшері	
	мг	%
Аяғы	135,0	13,5
Құйымшағы	130,7	13,0
Басы	133,2	13,3
Қабырға тұсы	129,3	12,9
Бауыры	131,7	13,1

Пигментацияның ең жоғары қарқындылығы қозылардың аяғының, басының және бауырының жүн жамылғысында байқалады, ал құйымшағы мен қабырға аймағында ол әлсіз көрінеді. Сонымен, қозылардың қабырға тұсы жүн жамылғысының пигментациясының қарқындылығы дене бітімінің басқа аймақтарымен салыстырғанда, аяғынан-6,3 мг - ға, басынан 3,9 мг - ға, бауырынан 2,4 мг - ға, ал құйымшағынан 1,4 мг-ға төмен болды. Қара түсті қаракөл қозылардың жүн жамылғысының пигментациясының қарқындылығы құнды тұқымдық қасиеттердің айқын көрінісі деп санаймыз және оны осы қара түстің тұрақтылығымен және онтогенездегі аз дәрежелі өзгергіштікпен байланыстырамыз. Осы белгіге сәйкес ең құнды жануарлар қара түстерін өмірінің ұзақ кезеңінде сақтайды және олардың жүн жамылғысы жасына байланысты депигментацияға аз ұшырайды.

Тәжірибе нәтижелерін талдау барысында (2-кесте) анықталғаны, меланин пигментінің ең көп мөлшері бір айлық қозылардың жүн жамылғысының түк баданасында шоғырланғанын көрсетті; түк баданасына қарағанда жүн талшығында біршама аз шоғырланған, ал теріде ең төмен мөлшерде байқалды. Аяқталынған жүн талшықтарында пигмент мөлшері құйымшақтан алынған үлгілерге қарағанда жоғары екендігі анықталды. Сонымен, қозылардың аяқтардағы жүн талшығы шамдарын да пигменттің мөлшері құйымшақ аймағынан алынған ұқсас көрсеткіштен 0,7%-ға, ал жүн талшығы өзегіндегі көрсеткіштен 0,5%-ға жоғары. Осылайша, терінің әр түрлі аймақтарындағы жүн талшығының пигментациясының жасына байланысты әртүрлі қарқындылығы қозылардың жүн жамылғысының түсі мен кей жағдайларда оның реңінің алуан түрлілігіне алып келеді.

Жасы ұлғайған сайын қойлардың жүн талшығының ұшының бозарып ағара бастауы байқалады, бұл құбылыс қаракөл қой шаруашылығына тән тұқым қуалайтын қасиет. Қара қаракөл қойларында жүн талшығының ұшының бозарып ағара бастауы бір жарым жастан басталуы мүмкін, бірақ бұл процестің жылдамдығы жануарлардың жеке физиологиялық ерекшеліктеріне байланысты: кейбір жануарларда депигментация ерте басталса, ал басқаларында баяу дамиды; кейбір жағдайларда ол тіпті жасына толмаған қозылардада байқалады.

2-кесте – Бір айлық қаракөл қозыларының жүн талшығы түрлі аймақтары мен терісіндегі меланин пигментінің мөлшері

1г зерттеу үлгісі	Аяғында		Құйымшағында	
	мг	%	мг	%
Жүн талшығы мен түк баданасы бар тері	129,8	12,9	118,3	11,8
Түк баданасы	163,1	16,3	156,8	15,6
Жүн талшығы	151,4	15,1	146,6	14,6
Тері	45,3	4,5	44,9	4,4

Әдетте, ересек қаракөл қойларында жүн талшығының ұшы ақшыл реңге ие болады, ал басы мен аяқ-қолдары өмір бойы түсін сақтайды. Демек, жүн талшығының депигментация процесі дененің әртүрлі бөліктерінде әр түрлі жылдамдықпен жүреді: ең қарқынды қабырға тұсында және құйымшақта жүрсе, аяқтарындағы, басындағы және бауырындағы жүн жамылғысында баяулау жүреді. Қара түсті қаракөл қойларының жүн талшығының ұшының ақшыл реңге иеболып жүн жамылғысының түсінің өзгеру себептері мен механизмдері әліде жеткілікті зерттелмеген. Ғылыми ортада түрлі елтірілік типті қозылардағы пигментацияның жас айырмашылықтарына байланысты өзгеруін анықтау нәтижесі, түрлі түсті қаракөл елтірісін өндіру мақсатында саулықтарды ерекшеліктері бойынша селекциялық іріктеу үшін практикалық ерекше қызығушылық тудырады.

3-кесте – Қаракөл қозыларының елтірілік типі мен жасына байланысты жүн жамылғысындағы меланин пигментінің мөлшеріннің өзгеру динамикасы

Қозылардың елтірілік типі	Түрлі жастағы және елтірілік типтегі қозылардан алынған 1г зерттеу үлгісіндегі меланин пигментінің мөлшері							
	2 - күндік		10 - күндік		1 - айлық		4 - айлық	
	мг	%	мг	%	мг	%	мг	%
Жакетті	152,3	100	148,4	100	143,9	100	130,4	100
Қабырғалы	144,5	92,2	141,1	95,1	137,7	95,7	121,1	92,9
Жазық	149,7	98,3	146,9	98,9	142,9	99,3	131,4	100,1
Кавказдық	142,3	93,4	138,4	93,3	134,5	93,4	117,5	90,1

Зерттеу нәтижелері (3-кесте) қаракөл қозыларының жүн талшығындағы пигменттің мөлшері олардың елтірілік типіне байланысты ерекшеленетінін көрсетті. Жакет және жазық типтегі қозылардың бұйралары қабырғалы және кавказдық елтірілік типтеріне жататын қозыларға қарағанда қарқынды пигментациямен сипатталады. Екі күндік жакет елтірілік типтегі мен кавказдықелтірілік типтегі қозылардың жүн талшықтарын арасындағы пигмент мөлшері бойыншаайырмашылық - 6,6%, жакет елтірілік типтегі мен қабырғалыарасында-7,8%, жакет елтірілік типтегі менжазықарасында-1,7% құрады.

Он күндік қозылардың жүн талшықтарында пигменттің жалпы мөлшері біршама төмендейді, бірақ елтірілік типтер арасындағы ерекшеліктер сақталады. Бір айлық қозылардың жүн талшықтарында пигменттің ең жақсы сақталуы жазық типтегі қозыларда, ең азы кавказдық типтегі қозыларда байқалады. Бұл қозылардың жүн жамылғысының құрылымының ерекшеліктеріне және елтірілік типтеріне тән қылшық және түбітті жүнталықтарының арақатынасына байланысты болуы мүмкін.

Төрт айлық жастағы қозылардың жүн жамылғысын зерттеу нәтижелері белгіленген заңдылықтарды растайды: жазық елтірілік типіндегі қозыларда депигментация процессі әлсіз көрінеді, ал кавказдық елтірілік типтегі қозыларда жүн талшықтарының ұшының сарғайуы мен ағаруы байқалады. Осылайша, қозылардың жасы ұлғайған сайын қарқынды депигментация кавказдық және қабырғалы елтіріліктиптеріне де тән, ал жазық және жакетел тірілік типтеріне жататын қозыларда жүн жамылғысының пигментациясы ұзақтау сақталады.

Сонымен, біздің зерттеу нәтижесінде алған, қара түсті қаракөл қозылардың жүн жамылғысының пигментациясының жастары ұлғайған сайын төмендеуі туралы мәліметтер осы бағытта зерттеу жүргізген көптеген авторлардың нәтижелеріне сәйкес келеді. Шамалы айырмашылықтарды Түркістан облысының табиғи климаттық жағдайында өсіріліп жатқан жануарлардың қарқынды пигментациясымен түсіндіруге болады.

Қарақаракөл қозыларының жүн жамылғысының пигментациясының дәрежесі қарқынды

қарадан әлсіреген қара реңге дейін өзгереді. Түсі әлсіреген жануарларда сұр түс әлдеқайда ертерек пайда болады; сонымен қатар, олардың арасында туылған кезде жүн жамылғысында бөлек ақ жүн талшықтары бар жануарлар жиі кездеседі.

Депигментация процессі көптеген факторларға байланысты, олардың арасында едәуір әсер ететін табиғи климаттық және жемшөп жағдайлары, конституциялық ерекшеліктері және жануарлардың жасы маңызды. Жазықелтірілік типтегі қозыларда, керісінше, төрт айлық жаста жүн талшықтарының бүкіл ұзындығы бойынша пигментацияның жоғары қарқындылығы сақталады, тек ұшында шамалы депигментация байқалады.

Қорытынды. Гистологиялық зерттеулер көрсеткендей, пигмент кортикальды қабатта кездеседі, ол ұсақ түйіршіктер түрінде орналасқан. Үйінділер жүн талшығының орталық өзегінде параллель созылып орналасқан. Бір айлық қаракөл қозыларының жүн жамылғысының пигментация дәрежесі дененің анатомиялық аймағына байланысты өзгеретіні анықталды. Ең қарқынды пигментация қозылардың басымен аяғыныңжүн жамылғысында байқалды, ал төмен дәрежеде құйымшақ пен қабырғы аймағында, аралық мәндер бауырындағы жүн жамылғысына тән.

Меланин пигменттің таралуын зерттеу нәтижесі,жүн талшығының өзегімен салыстырғанда баданасында пигменттің едәуір мөлшері шоғырланғанын көрсетті. Жасы ұлғайған сайын қаракөл қозыларының елтірілік типтеріне қарамастан пигменттің жалпы табиғи төмендеуі байқалады. Депигментация процессі ең қарқынды түрде кавказдық және қабырғалық гүлелтірілік типтегі қозылардың жүн жамылғысында жүреді, ал жакет пен жазықелтірілік типтердегі қозылардың ол аз дәрежеде көрінеді, бұл жүн талшықтарының морфологиялық ерекшеліктеріне байланысты пигментацияға төзімділіктің айырмашылығын көрсетеді.

Зерттеу барысында жинақталғанған мәліметтер қаракөл қой шаруашылығындағы генетика - селекциялық жұмыс дәрежесін көтеру үшін, пигменттенуінің қарқындылығын бағалаудың объективті сандық әдістерін қолдану – оларды дұрыс анықтауға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер:

[1] **Васин, Б.Н.,** Васина-Попова Е.Т., Грабовский И.Н., Крымская Е.К., Петров В.А. Руководство по разведению каракульских овец. – М.: Колос, 1971. – 320 с.

[2] **Лаханова, К.М.** Содержание меланина в волосяном покрове у каракульских ягнят каракалпакского сура разных расцветок. «Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Монголии, Сибири и Казахстана». Труды XIII-й Международной научно-пратической конференции. – Улан Батор, 6-7 июль 2010 г. – Часть I. – С.193-194.

[3] **Алиев, Г.А.,** Рачковский М.Л., Косимов Р.Б., Черенков С.И. Оценка влияния окраски при рождении и характера шерстного покрова на процесс ингибирования меланогенеза в волосяных фолликулах ягнят. // Доклады ВАСХНИЛ, 1987. – № 11. – С. 33-36.

[4] **Арсланова, М.Х.** Вопросы пигментации каракульских ягнят. В книге «Формирование каракульского завитка и смушка». – Ташкент. «Наука», 2009. – С. 131-150.

[5] **Ролдугина, Н.П.** Зависимость окраски волосяного покрова каракульских ягнят отколичества и характера распределения пигмента. // Овцеводство, 1985. – № 3. – С. 10-15.

[6] **Турганбаев, Р.У.** Возрастная изменчивость меланина каракалпакского сура [Текст] / Р.У.Турганбаев //Международный журнал прикладных исследований. –М., 2017. – №2. – С.19-21.

[7] **Булькe, П.** Распределение белых и черных волос на шкурке серых каракульских ягнят. В книге «Каракулеводство за рубежом». – Москва «Колос», 2005. – С. 245-25

[8] **Фазилов, У.Т.** Генетическая структура каракульской породы овец /У.Т.Фазилов, А.Газиев // Современные тенденции развития агропромышленного комплекса: матер. международная научно-практическая конференция. – С .Солончаковое заимище, 2016. – С. 1016-1021.

[9] **Li-Wei, Chang,** Ramiz Iqbal, Brateil Badal. Genomic analysis of metastatic melanoma in an adult with giant congenital melanocytic nevus // Pigment Cell & Melanoma Research. 2020. P. 383–383.

[10] **Умирзах, Т.** Условия разведения и проблема разведения каракульских яиц [Текст] /Т.Умирзах (и др.) // Рекомендация. – Шымкент: ЮКГУИМ им. М. Ауэзова, 2016. – 36 с.

[11] **Куликова, Н.И.** Разведение овец и коз. Текст / Н.И. Куликова // Краснодар: КубГАУ. – С.182-184.

[12] **Жилякова, В.С.** Содержание меланина в волосе ягнят в зависимости от окраски и качества каракуля. Труды Каз. НИИ каракулеводства. – Алма-Ата: «Кайнар», 1997. – Том 3. – С. 78-80.

[13] **Chiani, E.** Mezhdunarodnyy konsortsi umpogenomikeovets. Merinos iporodyovets. Proisk hodyashchiyeot merinosa: mezhkontinentalnoye issledovaniye genoma [Tekst] / E.Chiani,E.D.Lazania, M.Andrea //Genetics Selection Evolution. – №47. Ph., 2015. – S.7-11.

[14] **Dzhekson, N.** Evolyutsiya ovechyey shersti: vliyaniye odomashnivaniya na eye strukturu i razvitiye [Tekst] / N.Dzhekson, G.P.Mur. // Sidney: Sidneyskiy universitet, 2018. – S. 68-70.

[15] **Tunser, S.S.** Plotnost voloknistykh follikulov u karakachskikh. norduzskikh i zomskikh ovets i sravnitelnyy analiz [Tekst] / S.S.Tunser (i dr.) //Avstraliyskiy zhurnal veterinarii. – Sidney, 2018. – №50.– S.21-26.

[16] **Samner, R.M.** Otnositelnaya zhivaya massa. massa runa i reproduktivnaya sposobnost dikikh ovets. vyrashchivayemykh na ferme [Tekst] / R.M. Samner (i dr.) //Novozelandskiy zhurnal zoologii. – Melburn, 2017. – №44. – S.319-344.

[17] **Омбаев, А. М.** Смушковое овцеводство [Текст] / А. М. Омбаев //Алматы, 2018. – 54с.

[18] **Алибаев, Н.,** Бекетауов О., Султанбаева Г.К**.** Сохранение генофонда овец в юго-западном Казахстане [Текст] / Н. Алибаев, О. Бекетауов, Г.К. Султанбаева // Сельскохозяйственная наука для сельскохозяйственного производства в юго-западном регионе Казахстана: сборник научных статей, том III трудов Юзниижир // Шымкент, 2017. – 34с.

[19] **Жилякова, Б.С.** Разведение цветных каракульских овец. – Алма-Ата:"Кайнар", 2001. – 151 стр.

[20] **Всеволодов,** Э.Б. Латыпов И.Ф., Ряпкин Ю.А. Изучение пигментации шерсти методом ЭПР-спектроскопии // Сельскохозяйственная биология. – М., 1974. – Т.9. – С. 295-301.

[21] **Меркурьева, Е.К.** Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных//Сельскохозяйственная биология. – М.: Колос. –1970. – 423 с.

References:

[1] **Vasin, B.N.,** Vasina-Popova E.T., Grabovskij I.N., Krymskaja E.K., Petrov V.A. Rukovodstvo po razvedeniju karakul'skih ovec. – M.: Kolos, 1971. – 320 s. [in Russian]

[2] **Lahanova, K.M.** Soderzhanie melanina v volosjanom pokrove u karakul'skih jagnjat karakalpakskogo sura raznyh rascvetok. «Agrarnaja nauka – sel'skohozjajstvennomu proizvodstvu Mongolii, Sibiri i Kazahstana». Trudy XIII-j Mezhdunarodnoj nauchno-praticheskoj konferencii. – Ulan Bator, 6-7 ijul' 2010 g. – Chast' I. – S.193-194. [in Russian]

[3] **Aliev, G.A.,** Rachkovskij M.L., Kosimov R.B., Cherenkov S.I. Ocenka vlijanija okraski pri rozhdenii i haraktera sherstnogo pokrova na process ingibirovanija melanogeneza v volosjanyh follikulah jagnjat. // Doklady VASHNIL, 1987. – № 11. – S. 33-36. [in Russian]

[4] **Arslanova, M.H.** Voprosy pigmentacii karakul'skih jagnjat. V knige «Formirovanie karakul'skogo zavitka i smushka». – Tashkent. «Nauka», 2009. – S. 131-150. [in Russian]

[5] **Roldugina, N.P.** Zavisimost' okraski volosjanogo pokrova karakul'skih jagnjat otkolichestva i haraktera raspredelenija pigmenta. // Ovcevodstvo, 1985. – № 3. – S. 10 – 15. [in Russian]

[6] **Turganbaev, R.U.** Vozrastnaja izmenchivost' melanina karakalpakskogo sura [Tekst] / R.U.Turganbaev //Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh issledovanij. –M., 2017. – №2. – S.19-21. [in Russian]

[7] **Bul'ke, P.** Raspredelenie belyh i chernyh volos na shkurke seryh karakul'skih jagnjat. V knige «Karakulevodstvo za rubezhom». – Moskva «Kolos», 2005. – S. 245-25 [in Russian]

[8] **Fazilov, U.T.** Geneticheskaja struktura karakul'skoj porody ovec /U.T.Fazilov, A.Gaziev // Sovremennye tendencii razvitija agropromyshlennogo kompleksa: mater. mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija. – S .Solonchakovoe zaimishhe, 2016. – S. 1016-1021. [in Russian]

[9] **Li-Wei,** Chang, Ramiz Iqbal, Brateil Badal. Genomic analysis of metastatic melanoma in an adult with giant congenital melanocytic nevus // Pigment Cell & Melanoma Research. 2020. P. 383–383. [in Russian]

[10] **Umirzah, T.** Uslovija razvedenija i problema razvedenija karakul'skih jaic [Tekst] /T.Umirzah (i dr.) // Rekomendacija. – Shymkent: JuKGUIM im. M. Aujezova, 2016. – 36 s. [in Russian]

[11] **Kulikova, N.I.** Razvedenie ovec i koz. Tekst / N.I. Kulikova // Krasnodar: KubGAU. – S.182-184.

[12] **Zhiljakova, B.C.** Soderzhanie melanina v volose jagnjat v zavisimosti ot okraski i kachestva karakulja. Trudy Kaz. NII karakulevodstva. – Alma-Ata: «Kajnar», 1997. – Tom 3. – S. 78-80. [in Russian]

[13] **Chiani, E.** Mezhdunarodnyy konsortsi umpogenomikeovets. Merinos iporodyovets. Proisk hodyashchiyeot merinosa: mezhkontinentalnoye issledovaniye genoma [Tekst] / E.Chiani,E.D.Lazania, M.Andrea //Genetics Selection Evolution. – №47. Ph., 2015. – S.7-11.

[14] **Dzhekson, N.** Evolyutsiya ovechyey shersti: vliyaniye odomashnivaniya na eye strukturu i razvitiye [Tekst] / N.Dzhekson, G.P.Mur. // Sidney: Sidneyskiy universitet, 2018. – S. 68-70.

[15] **Tunser, S.S.** Plotnost voloknistykh follikulov u karakachskikh. norduzskikh i zomskikh ovets i sravnitelnyy analiz [Tekst] / S.S.Tunser (i dr.) //Avstraliyskiy zhurnal veterinarii. – Sidney, 2018. – №50.– S.21-26.

[16] **Samner, R.M.** Otnositelnaya zhivaya massa. massa runa i reproduktivnaya sposobnost dikikh ovets. vyrashchivayemykh na ferme [Tekst] / R.M. Samner (i dr.) //Novozelandskiy zhurnal zoologii. – Melburn, 2017. – №44. – S.319-344.

[17] **Ombaev, A. M.** Smushkovoe ovcevodstvo [Tekst] / A. M. Ombaev //Almaty, 2018. – 54 s. [in Russian]

[18] **Alibaev, N.,** Beketauov O., Sultanbaeva G.K. Sohranenie genofonda ovec v jugo-zapadnom Kazahstane [Tekst] / N. Alibaev, O. Beketauov, G.K. Sultanbaeva // Sel'skohozjajstvennaja nauka dlja sel'skohozjajstvennogo proizvodstva v jugo-zapadnom regione Kazahstana: sbornik nauchnyh statej, tom III trudov Juzniizhir // Shymkent, 2017. – 34 s. [in Russian]

[19] **Zhiljakova, B.C.** Razvedenie cvetnyh karakul'skih ovec. – Alma-Ata:"Kajnar", 2001. – 151 str.

[20] **Vsevolodov, Je.B**. Latypov I.F., Rjapkin Ju.A. Izuchenie pigmentacii shersti metodom JePR-spektroskopii // Sel'skohozjajstvennaja biologija. – M., 1974. – T.9. – S. 295-301. [in Russian]

[21] **Merkur'eva, E.K.** Biometrija v selekcii i genetike sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh // Sel'skohozjajstvennaja biologija. – M.: Kolos. –1970. – 423 s. [in Russian]

ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ И МОРФОЛОГИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПИГМЕНТА МЕЛАНИНА НА ОКРАСКИ ВОЛОСЯНОГО ПОКРОВА КАРАКУЛЬСКИХ ЯГНЯТ

Аханов У.К., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Ибраимова Ж.К., PhD
Мусабеков А.Т., PhD, доцент
Дауренбекова К.П., кандидат сельскохозяйственных наук
Ермекбаева А.Т., PhD, доцент

Южно-Казахстанский университет имени М.Ауэзова, г.Шымкент, Казахстан

Аннотация. В статье изложены материалы результаты исследования по изучениювлияния концентрации и морфологии распределения меланинового пигмента на окраски волосяного покрова каракульских ягнят.

Целью работы являлось выявление различий в распределении пигмента по участкам тела у каракульских ягнят разных смушковых типов, а также определение возрастных изменений пигментации. Обьектом для исследования послужили образцы шерсти, отобранные у черных каракульских ягнят различных смушковых типов в четыре возрастных периода.

Таким образом, в результате проведенных исследований выяснена, чтоотмеченное нами данные об изменениях пигментации волосяного покрова черных однодневных ягнят с возрастом аналогичный с данными других авторов, занимающихся в данном направлении исследовании.

По результатам проведенным нами исследованиям становится ясно, чтоволосяной покров у каракульских ягнят черной окраски на ногах, голове и животе пигментирован более интенсивно, чем на крестце и бочке. Наибольшее количество пигмента содержится в луковицах волос месячных каракульских ягнят, несколько меньше в стержневой части волос и совсем незначительное в коже, причем в волосе с ног пигмента во всех перечисленных зонах больше, чем с крестца.

В волосках четырехмесячных черных ягнят пигментные глыбки становятся мельче. Некоторые из них состоят из густого скопления отдельных зерен. С возрастом наблюдается уменьшение количества глыбок. Если на поперечных срезах волосков новорожденного ягненка их насчитывается от 60 до 80, то у четырехмесячного ягненка только 12-20.

Степень или интенсивность пигментации волосяного покрова у черных ягнят различна и варьирует от интенсивно черного цвета до ослабленного черного. У ягнят черным волосяным покровом с ослабленной окраской поседение наступает значительно раньше. Кроме того, среди них чаще встречаются ягнята, имеющие белый волос уже при рождении. Также, одним из многих причин

ранней депигментации волосяного покрова ягнят можно отнести кормовые условия, конституцию и возраст животных. С возрастом происходит одновременно и посветлениеглыбок пигмента, и их распад. Внешне депигментация шерсти черных каракульских овец выражается в побурении и поседении отдельных волосков. Этот процесс начинается у основания шерстинок.

Ключевые слова: Каракульские ягнята, смушковые типы, пигментация, меланин, меланофоры, депигментация, волосяной покров.

EFFECTS OF CONCENTRATION AND MORPHOLOGY OF MELANIN PIGMENT DISTRIBUTION ON HAIR COLORING OF KARAKUL LAMBS

Akhanov U.K., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor
Ibraimova Zh.K., PhD
Musabekov A.T., PhD, Associate Professor
Daurenbekova K.P., Candidate of Agricultural Sciences
Yermekbayeva A.T., PhD, Associate Professor

M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

Annotation. The article presents the materials and results of a study on the effect of the concentration and morphology of the distribution of melanin pigment on the coloring of the hair of Karakul lambs.

The aim of the work was to identify differences in the distribution of pigment over body areas in Karakul lambs of different smush types, as well as to determine age-related pigmentation changes. The object of the study was wool samples taken from black Karakul lambs of various fur types in four age periods.

Thus, as a result of the conducted research, it was found out that the data we noted on changes in pigmentation of the hair of black one-day-old lambs with age is similar to the data of other authors involved in this area of research.

According to the results of our research, it becomes clear that the hair of Karakul lambs of black color on the legs, head and abdomen is pigmented more intensively than on the rump and barrel.

The largest amount of pigment is found in the hair follicles of monthly Karakul lambs, slightly less in the hair shaft and very little in the skin, and there is more pigment in the hair from the legs in all these areas than from the sacrum. In the hairs of four-month-old black lambs, the pigment lumps become smaller. Some of them consist of a dense cluster of individual grains. With age, there is a decrease in the number of lumps. If there are from 60 to 80 hairs on the cross sections of a newborn lamb, then a four-month-old lamb has only 12-20.

The degree or intensity of pigmentation of the hair in black lambs is different and varies from intensely black to attenuated black. Lambs with black hair with weakened coloration have graying much earlier. In addition, lambs with white hair at birth are more common among them. Also, one of the many reasons for the early depigmentation of lambs' hair can be attributed to the feeding conditions, constitution and age of the animals. With age, both the lightening of pigment lumps and their disintegration occur simultaneously. Externally, depigmentation of the wool of black Karakul sheep is expressed in browning and graying of individual hairs. This process begins at the base of the hairs.

Keywords: Karakul lambs, smooth types, pigmentation, melanin, melanophores, depigmentation, hairline.

IRSTI 68.39.31 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.373

GENETIC ASPECTS OF PIGMENTATION OF THE HAIR OF KARAKUL LAMBS OF VARIOUS ORIGINS

Akhanov U.K., Candidate of Agricultural sciences
akhanov.1966@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-4285-4034
Ibraimova J.K., PhD
ibraimovajuldiz@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-2758-489X
Daurenbekova K. P., Candidate of Agricultural sciences
daurenbekova.katira@mail.ru, https://orcid.org/0009-0001-8830-4820
Dzhalilov I., student of the group HT-22-5k2,
frontgame123@mail.ru, https://orcid.org/ 0009-0005-5027-6333
Yermekbayeva A.T., PhD
akbope.1988@mail.ru, http://orcid.org/0000-0002-4606-2448

South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan

Annotation. This article presents the results of studies of pigmentation of the hair of Karakul lambs of various origins.

A morphological study of the coat of Karakul lambs revealed clear differences in the distribution and shape of pigment depending on the color and genetic origin of the animals. In the hair of Karakul lambs, pigment is found mainly in 2 morphological structures: in the form of individual melanin grains forming linear aggregates of pigment granules, and in the form of voluminous clusters of pigment granules of a fusiform, ellipsoid or spherical shape. The nature of these formations in hair of different colors is different. In dark-colored lambs, melanin is present mainly in the form of linear chains of granules that form structures concentrated in the cortical layer of the wool fiber. In lambs of the sur color, the number of individual granules is small, and the main part of the pigment is concentrated in large aggregates due to the action of the attenuating gene and the peculiarities of the spatial distribution of melanin. In lambs of the cambara color, the pigment has a yellow-orange color and is localized mainly in the form of aggregates, and its size is 2-3 times lower than in black animals. It was found that differences in the morphology and distribution of pigment affect the structural properties of wool fibers and may be related to the interaction of genetic factors that control the intensity and shades of color.

Keywords: Karakul lambs, white and black wool fibers, melanin, eumelanin, pheomelanin.

Introduction. Pigmentation of animal integuments is of great biological importance. Firstly, the pigment is a protective light filter for the body, and secondly, it plays a thermoregulating role, protecting the body from overheating in conditions of high sunlight. The absence or insufficiency of pigmentation in certain conditions leads to disruption of the vital activity of the body, which is confirmed by numerous observations of biologists and animal scientists [1].

The coloring of the skin and hair of wild and domestic animals is very diverse. They depend on the presence of special coloring substances called melanins. There are two types of melanin, eumelanin, which is black or dark brown in color, and pheomelanin, which looks like small, almost equal-sized yellow grains. The combination of these two forms of melanin explains the diversity of mammalian integument colors. The difference in the chemical structure of eumelanin and pheomelanin has not yet been revealed [2,3].

Numerous determinations of the quantitative content of melanin in mammalian hair have shown that hair color also depends on the concentration of the pigment itself. Histological studies were very valuable, on the basis of which it was proved that hair coloring depends not only on the color of the pigment and its amount, but also on the nature of the distribution along the hair shaft [4].

It is known that hair coloring depends not only on the type of melanin and its amount, but also on the nature of its distribution along the length of the hair. Many scientists have studied t he morphology of pigmentation of the hair of laboratory animals, fur-bearing animals and sheep using the histological method, which is auxiliary in determining the color differences of hair [5,6].

According to many scientists, the platinum coloration in Karakul sheep is formed by reducing the amount of pigment and distributing it in the form of large clusters concentrated in the cortical layer, on the border with the core. A similar pigment distribution was also revealed by these researchers in Karakul lambs with pink and silver hair coloration [7,8].

In black lambs, the pigment accumulations in the hair are equal in size and have a spindle shape, in lambs the colors of the sur are rounded and oval in shape and vary in size. Karakul, as well as furs of fur-bearing animals, has a variety of colors. The value of the skin depends to a large extent on one or another color [9].

Karakul sheep populations are characterized by a significant variety of colors. In the process of evolution, this diversity contributes to the expansion of the range of hereditary variability, which ensures a high level of plasticity of the species and its ability to adapt to changing environmental conditions [10].

More attention should be paid to histological studies of the colors of Karakul furrows, since the coloring of the hair is one of the important marketable qualities.

The processes of pigmentation of the skin and hair of Karakul sheep were first described by E.Chiani (11) and K.M. Lakhanova (12). They established that the pigment in the skin of black Karakul lambs appears in the third month of embryonic development. It is formed in specific process cells called melanophores and spreads to nearby cells. Concentrating in the bulbs and producing pigment, melanocytes stain the growing hairs.

It can be assumed that this phenomenon is directly related to adaptation to certain living conditions. Animals of white color have a more developed layer of the core. Such a different-quality condition of the hair, depending on the color, is not accidental. It is associated with certain patterns of adaptation of animals to environmental conditions [13].

Many Karakul scientists have noticed a connection between the degree of pigmentation and the viability of gray Karakul sheep. A particularly pronounced weakening of the constitution was observed in animals of lighter shades. Thus, light gray lambs have significantly less vitality than lambs of darker shades. Thus, it was established that the best resin qualities are characteristic of black-colored skins [14].

Histological studies of hair pigmentation in black, brown, and fawn lambs have shown a clear difference in pigment distribution types. While in the hair of black lambs the pigment granules are more uniform, spindle-shaped, densely and evenly distributed, in brown lambs they vary in size and are scattered, round, and oval in shape. They may be larger than in black lambs, but are less densely distributed [15].

The mechanisms of pigment formation in sur-colored fetuses come into play after the invagination of the hair follicle primordia has ended and the growth and keratinization of hair cells has begun. Therefore, hairs with light ends become pigmented closer to the base. However, the pigment granules at the base of the sur hair do not reach the same density as in black hair, which indicates a certain inhibition of melanogenic processes in sur lambs and in subsequent stages of embryonic development. Shifts in the timing of the onset of biochemical processes that ensure melanin synthesis are hereditary, so they are reproduced in offspring, accumulate over generations, intensify, and become constant. This theoretical explanation for the appearance of the sur color in the Karakul breed and the statements of scientists and Karakul breeders about the birth of sur lambs from black sheep allow us to consider the color of sur lambs not as a relict, preserved since the time of domestication, but rather newly formed, having developed in a domesticated state and occurring constantly in our time [16].

Materials and methods of research. The purpose of this study was to identify the morphological features of the distribution of melanin pigment on the hair of Karakul lambs of various colors and origins, as well as changes occurring in its structure during age-related depigmentation. The object of the study was hair samples of Karakul lambs with an established origin, selected from breeding farms in the Turkestan region (Table. 1), which made it possible to take into account the influence of genotypic factors on the analysis results. Hair samples were cut from lambs from the dorsal surface of the body in the sacrum area.

This approach made it possible to take into account genotypic factors that potentially affect the manifestation and nature of pigmentation. Histological analysis was performed using a standard technique using microscopic preparations, which made it possible to study in detail the distribution of pigment granules and the structural features of the hair depending on the color and age of the animals.

The selected hair samples of Karakul lambs were subjected to sequential mechanical cleaning in order to remove surface contamination. They were degreased in a Soxlet apparatus with sulfuric ether, washed in a hot detergent solution, rinsed first with warm, then cold distilled water and dried in a drying cabinet at a temperature of 105 ° C. The purified samples were stored in a desiccator.

Table 1 – Origin and coloration of lambs from which hair samples were taken

Parentage and coloring of parents		Lamb coloring
Mother	Father	
Black, from black parents	Black	Black
Black, from black parents	Sur golden	Black, Sur golden
Black, from black parents	Sur silvery	Black, Sur silvery
Black I, II generations, from the mating of a black mother with a golden ram	Sur golden	Black, Sur golden
Black I, II generations, from the mating of a black mother with a ram sur silver	Sur silvery	Black, Sur silvery
Black, from black parents	Gray, from a black mother and a gray father	Black, Grey
Sur golden, from both parents sur golden	Sur golden	Sur golden, Black
Sur silver, from both parents sur silver	Sur silvery	Sur silvery, Black
Kambar from black parents or kambar	Gray, from mother kambar and gray father	Pink (guligaz)
Kambar from black parents or kambar	Kambar	Kambar
Pink (guligaz)	Kambar	Kambar, Pink (guligaz)

Histological studies were performed on the hair of newborn, 20-day-old and 5-month-old Karakul lambs of various colors and genotypes with varying pigmentation intensity. The hair of harsh lambs was studied according to the staining zones. For histological studies, hair of the same morphological type (awn) was used.

10-15 hairs were taken from the cleaned and washed sample, laid out on a slide and filled with a drop of molten wax. The slides were cooled to 0 ° C and kept at this temperature for several hours. Then the frozen wax and the hair were separated from the glass, applied to pre-prepared blocks, cooled again and cut using a microtome. With two or three strokes of the microtome razor, the blocks were leveled, and then sections were made, which were transferred from the tip with a brush or a preparation needle onto a slide.The thickness of the sections should not exceed 5-6 microns, since thicker sections cannot be used to study the internal structure of the hair.

The finished micro-preparations were examined under an MBI-1 microscope at a magnification of 600 times (10 X 60), which provided visualization of both individual pigment granules and their aggregates. The severity of pigmentation of the hair of Karakul lambs was determined visually (bonification) and objectively (EPR spectrometry).

The results and their discussion. *Homozygous black lambs*. We found two types of morphological pigment formations in the hair of Karakul lambs of black color - individual pigment granules and their bulk clusters (aggregates).

In the hair of Karakul lambs homozygous for black coloration, a large number of melanin grains are located in both the cortical and core layers, which create the impression of a solid dark brown background at low magnification.

On the longitudinal sections. in the cortical layer, individual granules can hardly be seen,

arranged in long, tightly connected chains running parallel to the length of the hair. There is no pigmentation between the individual granules.

There are also clusters of rod-shaped and spindle-shaped granules in the cortical layer, the length of which is 3-4 times their transverse size. Due to the fact that the size of pigment granules is less than 1 mm, it is impossible to study their shape and size using a light microscope, therefore, first of all, we studied the morphology of volumetric clusters of pigment. The sizes of clusters of pigment granules are shown in Table 2.

Table 2 – Age-related changes in the size of clusters of pigment granules (aggregates) in the hair of black Karakul lambs of various origins

Coloration and genotype of the lamb	The length of pigment accumulations (aggregates)			The width of the pigment accumulations (aggregate)		
	at birth	at the age of 20 days	at the age of 5 months	at birth	at the age of 20 days	at the age of 5 months
	M ± m	M ± m	M ± m	M ± m	M ± m	M ± m
Black, from a uniform black-colored mating	6,3 ± 0,06	4,3 ± 0,03	1,9 ± 0,04	2,2 ± 0,03	1,8 ± 0,01	1,1 ± 0,01
Black, from a mating that is heterogeneous in black color	7,6 ± 0,04	4,7 ± 0,05	1,4 ± 0,06	2,7 ± 0,03	2,3 0,02	0,9 ± 0,03
Black, from a uniform harsh-colored mating	5,2 ± 0,04	3,1 ± 0,02	1,3 ± 0,02	2,3 ± 0,02	1,56 ± 0,03	0,7 ± 0,01

In the future, the offspring obtained from the mating of black-colored producers are conventionally designated as homozygous, while lambs obtained from crossing black queens with sheep of the sur color are considered as heterozygous for black coloring.

It can be seen from the data in Table 2 that the average size of pigment aggregates in the hair of black lambs of different genetic origin is not the same. The largest aggregates are found in the hair of black lambs obtained from a mating with a heterogeneous black color (black x sur). Differences in the size of pigmented aggregates of black hair of lambs of different origins are statistically significant (in all cases, $P<0.01$).

There are significantly fewer pigment granules in the core layer and their arrangement has the character of a random scattering. The accumulation of granules is usually thicker on the inside of the curl. On the cross sections of the hair, melanin grains form 7-8 concentric circles, as well as clusters of oval and rounded shapes. In the cross sections of the hair tips, the pigment is located in the same way as at the base, but pigment granules do not occur at the very tip of the aggregates.

In 20-day-old lambs, clusters of pigment granules begin to lighten, acquire a brownish hue, pigment aggregates acquire clearly defined outlines, become smaller, but their number does not change significantly.

By the age of five months, lambs, along with a decrease in the size of pigment aggregates, also have a decrease in the number of pigment granules. They are located less densely, free spaces appear between them, devoid of pigment. With age, the process of melanogenesis slows down, and melanocytes of hair follicles produce melanin granules of lighter tones. The number and magnitude of volumetric accumulations of pigment decrease dramatically.

In the hair of lambs with weakened black pigmentation, the concentration of melanin granules and bulky pigment accumulations is the same as in hair with normal pigmentation.

Lambs , heterozygous for black coloration. The hair of black lambs, descendants of black queens and sheep of the sur color, contains significantly less pigment than in black lambs descended from both black parents. On microsections of the hair of black-colored heterozygous lambs, we

noted a less dense arrangement of pigment granules with significantly fewer volumetric accumulations of pigment, but the distribution of melanin granules and volumetric accumulations is the same as in the hair of black lambs obtained from both black parents.

As can be seen from Table 2, the process of pigment destruction is most rapidly intense in the hair of lambs of severe coloration. With age, both the destruction of pigment granules and the formation of more friable pigment aggregates occur: their number decreases, and the granules themselves become lighter. This is the result of a gradual decrease in the tyrosinase activity of melanocytes contained in the hair follicle.

Studies of the hair of black lambs of different genetic nature and different pigmentation intensity have shown that the distribution of pigment along their hair length is identical, but the density of the pigment granules and the size of the volumetric accumulations of pigment (aggregates) are different.

Colored Karakul lambs. Histological studies of the hair of lambs of the colors sur golden, sur silver, cambara and pink were carried out by us, taking into account their origin and color variations in the age aspect. The origin and coloration of the lambs from which hair samples were taken are shown in Table 1.

On the longitudinal and transverse sections of the hair of colored Karakul lambs, both individual pigment granules and their volumetric accumulation are found. The hair of such lambs contains significantly less pigment than the hair of black lambs.

In the hair of lambs, sur colors are golden and silver, cambar and pink pigment are large aggregates of ellipsoid and rounded shapes located along the length of the hair. The gaps between these clusters of pigment are filled with a scattering of small pigment granules. Pigment granules and their voluminous accumulations in the hair of golden and silver sur have a black - brown color, the same as in the hair of black lambs. Pigment granules and their clusters in the hair of kambar lambs and in the brown hair of guligaz lambs have a color close to yellow-orange.

In the hair of silver-haired cows, pigment accumulations have the shape of an ellipse, in golden ones - ellipsoid and rounded, in the hair of lamb flounders - only rounded.

A disorderly scattering of melanin granules is revealed in the core layer of the hair of colored Karakul lambs. Cross-sectional studies of this hair show that most of the pigment is located in the cortical layer, where aggregates are mainly concentrated. It is very rare to find individual aggregates in the core layer.

The hair is harsh, the scattering of pigment granules is very thin, the pigment aggregates are loose and large. Closer to the top of the hair, aggregates of pigment granules are less common and have smaller sizes. Aggregates acquire a mostly rounded shape. The tip of the golden sura hair is filled with a fine scattering of pigment granules, and small rounded aggregates are also found here. At the base of the hair, the aggregates and pigment granules are more dense.

We have not established differences in the size of pigment aggregates in the hair of colored Karakul lambs, depending on their origin, except for the fact that larger clusters of pigment granules are found in light-colored hair, smaller ones in dark hair. The sizes of clusters of pigment granules are shown in Table 3.

Table 3 – The size of pigment aggregates (mc) in the hair of colored Karakul lambs of different shades at birth

Coloring	Length			Width		
	light M ± m	Average M ± m	Dark M ± m	light M ± m	Average M ± m	Dark M ± m
Sur golden	30,6 ± 3,1	19,3 ± 1,2	12,9 ± 1,1	9,3 ± 0,4	8,5 ± 0,6	67,8 ± 0,6
Sur silvery	44,6 ± 3,0	24,9 ± 2,4	16,6 ± 0,8	12,1 ± 0,3	7,9 ± 0,7	6,1 ± 0,4
Brown	10,4 ± 0,5	8,7 ± 0,3	2,6 ± 0,3	8,9 ± 0,1	8,1 ± 0,2	2,1 ± 0,2
Pink (guligaz)	7,6 ± 0,3	6,8 ± 0,2	2,9 ± 0,3	7,2 ± 0,1	6,1 ± 0,3	3,1 ± 0,1

In colored Karakul lambs, aggregates are located thicker in dark-colored hair than in light-

colored hair. The densest accumulation of pigment aggregates and granules is observed on the inner side of the curl. Aggregates in the hair of lambs of the color sur silver are much larger than in the hair of lambs of the colors brown and guligaz, as well as sur golden. The difference in the size of pigment aggregates in the hair of colored and Karakul lambs is highly significant. With age, depigmentation of the hair in colored Karakul lambs proceeds much faster than in black lambs of various origins.

By the age of 5 months, the hairline of colored Karakul lambs is strongly depigmented. By this time, the pigment aggregates have already been almost completely destroyed or are very rare, the scattering of pigment granules is very thin, and occasionally small groups of them are found. The color of granules and pigment aggregates ranges from light brown to light straw. With age, the tyrosinase activity of melanocytes in hair follicles partially decreases, and therefore they produce more friable pigment aggregates and light-colored pigment granules.

The process of depigmentation of the hair of lambs of the cambara color, brown hair of lambs of the guligaz color and the tip of the golden harsh hair proceeds much faster with age than in the base and middle part of the hair of lambs of the sur color. This is due to the presence of yellow-orange pigment in the tip of the hair of golden cows, in the hair of lambs of guligaz coloring, which, apparently, is susceptible to faster decay.

Conclusion. Thus, morphological studies of the hair of Karakul lambs revealed clear differences in the distribution of pigment in the hair, depending on their color and origin.

In the hair of Karakul lambs, pigment is found mainly in 2 morphological structures: in the form of individual melanin grains forming linear aggregates of pigment granules, and in the form of volumetric clusters of pigment granules of a fusiform, ellipsoid or spherical shape. The nature of these formations in hair of different colors is different.

The black lambs' hair is dominated by individual melanin grains, which form a series of concentrically arranged cylindrical surfaces in the cortical part, the longitudinal axis of which runs parallel to the length of the fiber. These cylindrical surfaces have the appearance of chains on the longitudinal sections, and concentric circles formed by melanin granules on the transverse sections. In addition, rod-shaped and ellipsoid clusters of pigment granules are found in black hair, which do not have clear boundaries at the birth of the lamb and acquire clear outlines with age.

The main amount of melanin in black hair has the appearance of linear formations consisting of individual pigment granules, a much smaller part of it looks like bulky clusters.

In lambs' hair, the color of individual pigment granules is significantly less, and the main amount of melanin is represented in the form of large volumetric accumulations. The dark base of the hair of lambs of the sur color contains 9.8 - 10% of the pigment, i.e. about the same amount as in the black hair of heterozygous lambs. The reason for the formation of discoloration of the sur should, apparently, be sought not so much in a decrease in the total melanin content in the hair, as in the distribution of pigment granules in it.

The strength of the curls of colored doodles is weaker than that of black ones, and this is probably explained not only by the pleiotropic effect of color factors, but also by the different distribution of pigment. It is possible that the pattern of pigment distribution at the base of the hair in sur lambs is due to the action of the attenuating gene.

The pigment content in the hair is apparently influenced by other factors responsible for the hereditary transmission of shades of light, medium, and dark. Most likely, this is a combination of a dominant and recessive allele, as it allows, and also explains the inheritance of shades in red-brown lambs (cambar). In flounder-colored lambs, the pigment in the hair is mainly in the form of clusters, and the pigment granules and their clusters are colored yellow-orange, while the granules and clusters of pigment in harsh and black lambs are black-brown. The hair of flounder-colored lambs contains 2-3 times less pigment than the hair of black lambs of various origins. Hair coloring of brown (cambara) Karakul lambs are caused by a different chemical nature of yellow-orange melanin, as well as a smaller amount of it and a peculiar distribution along the length of the hair.

References:

[1] **Ролдугина, Н.П.** Зависимость окраски волосяного покрова каракульских ягнят от количества и характера распределения пигмента. // Овцеводство, 1985. – № 3. – С. 10-15.

[2] **Шацкий, А.Д.** Овцеводство [Текст] / А.Д.Шацкий // Овцеводство. – Минск: «Гродно ГАУ», 2016. –128 с.

[3] **Фазилов, У.Т.** Генетическая структура каракульской породы овец /У.Т.Фазилов, А.Газиев // Современные тенденции развития аграрного комплекса: матер. междунар. науч.-практ. конф. -с. Соленое Займище. -2016. - С. 1016-1021.

[4] **Джексон, Н.** Эволюция овечьей шерсти: влияние одомашнивания на ее структуру и развитие [Текст] / Н.Джексон, Г.П.Мур // Сидней: Сиднейский университет, 2018. – С.68-70.

[5] **Алиев, Д.Д.** Биологическая характеристика ягнят опытных групп различного происхождения. Становление и развитие сельскохозяйственной науки в XXI веке. //Д.Д.Алиев. https://panor.ru/articles/biologicheskie-osobennosti-yagnyat-raznykh-genotipov-v-usloviyakh-yakutii/18875.html

[6] **Тунсер, С.С.** Плотность волокнистых фолликулов у каракачских, нордузских и зомских овец и сравнительный анализ [Текст] / С.С.Тунсер (и др.) //Австралийский журнал ветеринарии. – Сидней, 2018. – №50. – С.21-26.

[7] Каракульская порода овец: виды и особенности содержания, 2017. https://selo-exp.com/ovcy/karakulskaya-poroda.html

[8] **Самнер, Р.М.** Относительная живая масса, масса руна и репродуктивная способность диких овец, выращиваемых на ферме [Текст] / Р.М.Самнер (и др.) //Новозеландский журнал зоологии. – Мельбурн, 2017. – №44. – С.319-344.

[9] **Турганбаев, Р.У.** Возрастная изменчивость меланина каракалпакского сура [Текст] / Р.У.Турганбаев //Международный журнал прикладных исследований. –М., 2017. – №2. – С.19-21.

[10] **Li-Wei Chang**, Ramiz Iqbal, Brateil Badal. Genomic analysis of metastatic melanoma in an adult with giant congenital melanocytic nevus // Pigment Cell & Melanoma Research. 2020. P. 383–383.

[11] **Чиани, Э.** Международный консорциум по геномике овец. Меринос и породы овец, происходящие от мериноса: межконтинентальное исследование генома [Текст] / Э.Чиани, Э.Д.Лазанья, М.Андреа //GeneticsSelectionEvolution. Ph., 2015. – №47.– С.7-11.

[12] **Лаханова К.М.** Содержание меланина в волосяном покрове у каракульских ягнят каракалпакского сура разных расцветок. «Аграрная наука -сельскохозяйственному производству Монголии, Сибири и Казахстана». Труды XIII-й Международной научно-пратической конференции. – Улаанбаатор, 6-7 июль 2010 г часть I, стр.193-194.

[13] **Chiani, E.** Mezhdunarodnyy konsortsium po genomike ovets. Merinos i porody ovets. proiskhodyashchiye ot merinosa: mezhkontinentalnoye issledovaniye genoma [Tekst] / E.Chiani, E.D.Lazania, M.Andrea //Genetics Selection Evolution. Ph., 2015. – №47. – S.7-11.

[14] **Dzhekson. N.** Evolyutsiya ovechyey shersti: vliyaniye odomashnivaniya na eye strukturu i razvitiye [Tekst] / N.Dzhekson, G.P.Mur. // Sidney: Sidneyskiy universitet, 2018. – S. 68-70.

[15] **Tunser, S.S.** Plotnost voloknistykh follikulov u karakachskikh. norduzskikh i zomskikh ovets i sravnitelnyy analiz [Tekst] / S.S.Tunser (i dr.) //Avstraliyskiy zhurnal veterinarii. – Sidney, 2018. – №50.– S.21-26.

[16] **Turganbayev, R.U.** Vozrastnaya izmenchivost melanina karakalpakskogo sura [Tekst] / R.U.Turganbayev //Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh issledovaniy, 2017. – №2. – S.19-21.

References:

[1] **Roldugina, N.P.** Zavisimost' okraski volosjanogo pokrova karakul'skih jagnjat ot kolichestva i haraktera raspredelenija pigmenta. // Ovcevodstvo, 1985. – № 3. – S. 10-15. [in Russian]

[2] **Shackij, A.D.** Ovcevodstvo [Tekst] / A.D.Shackij // Ovcevodstvo. – Minsk: «Grodno GAU», 2016. –128 s. [in Russian]

[3] **Fazilov, U.T.** Geneticheskaja struktura karakul'skoj porody ovec /U.T.Fazilov, A.Gaziev // Sovremennye tendencii razvitija agrarnogo kompleksa: mater. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. -s. Solenoe Zajmishhe, 2016. – S. 1016-1021. [in Russian]

[4] **Dzhekson, N.** Jevoljucija ovech'ej shersti: vlijanie odomashnivanija na ee strukturu i razvitie [Tekst] / N.Dzhekson, G.P.Mur // Sidnej: Sidnejskij universitet, 2018. – S.68-70. [in Russian]

[5] **Aliev, D.D.** Biologicheskaja harakteristika jagnjat opytnyh grupp razlichnogo proishozh-denija. Stanovlenie i razvitie sel'skohozjajstvennoj nauki v XXI veke. //D.D.Aliev. https://panor.ru/articles/ biologicheskie-osobennosti-yagnyat-raznykh-genotipov-v-usloviyakh-yakutii/18875.html [in Russian]

[6] **Tunser, S.S.** Plotnost' voloknistyh follikulov u karakachskih, norduzskih i zomskih ovec i sravnitel'nyj analiz [Tekst] / S.S.Tunser (i dr.) //Avstralijskij zhurnal veterinarii. – Sidnej, 2018. – №50. – S.21-26. [in Russian]

[7] Karakul'skaja poroda ovec: vidy i osobennosti soderzhanija, 2017. https://selo-exp.com/ovcy/karakulskaya-poroda.html [in Russian]

[8] **Samner, R.M.** Otnositel'naja zhivaja massa, massa runa i reproduktivnaja sposobnost' dikih ovec, vyrashhivaemyh na ferme [Tekst] / R.M.Samner (i dr.) //Novozelandskij zhurnal zoologii. – Mel'burn, 2017. – №44. – S.319-344. [in Russian]

[9] **Turganbaev, R.U.** Vozrastnaja izmenchivost' melanina karakalpakskogo sura [Tekst] / R.U.Turganbaev //Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh issledovanij. –M., 2017. – №2. – S.19-21. [in Russian]

[10] **Li-Wei Chang,** Ramiz Iqbal, Brateil Badal. Genomic analysis of metastatic melanoma in an adult with giant congenital melanocytic nevus // Pigment Cell & Melanoma Research. 2020. P. 383–383. [in Russian]

[11] **Chiani, Je.** Mezhdunarodnyj konsorcium po genomike ovec. Merinos i porody ovec, proishodjashhie ot merinosa: mezhkontinental'noe issledovanie genoma [Tekst] / Je.Chiani, Je.D.Lazan'ja, M.Andrea //GeneticsSelectionEvolution. Ph., 2015. – №47.– S.7-11. [in Russian]

[12] **Lahanova K.M.** Soderzhanie melanina v volosjanom pokrove u karakul'skih jagnjat karakalpakskogo sura raznyh rascvetok. «Agrarnaja nauka -sel'skohozjajstvennomu proizvodstvu Mongolii, Sibiri i Kazahstana». Trudy XIII-j Mezhdunarodnoj nauchno-praticheskoj konferencii. – Ulaanbaator, 6-7 ijul' 2010 g chast' I, str.193-194. [in Russian]

[13] **Chiani, E.** Mezhdunarodnyy konsortsium po genomike ovets. Merinos i porody ovets. proiskhodyashchiye ot merinosa: mezhkontinentalnoye issledovaniye genoma [Tekst] / E.Chiani, E.D.Lazania, M.Andrea //Genetics Selection Evolution. Ph., 2015. – №47. – S.7-11. [in Russian]

[14] **Dzhekson. N.** Evolyutsiya ovechyey shersti: vliyaniye odomashnivaniya na eye strukturu i razvitiye [Tekst] / N.Dzhekson, G.P.Mur. // Sidney: Sidneyskiy universitet, 2018. – S. 68-70. [in Russian]

[15] **Tunser, S.S.** Plotnost voloknistykh follikulov u karakachskikh. norduzskikh i zomskikh ovets i sravnitelnyy analiz [Tekst] / S.S.Tunser (i dr.) //Avstraliyskiy zhurnal veterinarii. – Sidney, 2018. – №50.– S.21-26. [in Russian]

[16] **Turganbayev, R.U.** Vozrastnaya izmenchivost melanina karakalpakskogo sura [Tekst] / R.U.Turganbayev //Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh issledovaniy, 2017. – №2. – S.19-21. [in Russian]

ШЫҚҚАН ТЕГІ ӘРТҮРЛІ ҚАРАКӨЛ ҚОЗЫЛАРЫНЫҢ ЖҮН ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ ПИГМЕНТАЦИЯСЫНЫҢ ГЕНЕТИКАЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ

Аханов У.К., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
Ибраимова Ж.К., PhD
Дауренбекова К.П., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
Джалилов И.С., ХТ-22-5к2 тобының студенті
Ермекбаева А.Т., PhD

М.Ауезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Казақстан

Аңдатпа. Мақалада әртүрлі шығу тегі әртүрлі қаракөл қозыларының жүн жамылғысының пигментациясын зерттеу туралы мәліметтер келтірілген.

Қаракөл қозыларының жүн жамылғысын морфологиялық зерттеу нәтижесінде жануарлардың түсі мен генетикалық шығу тегіне байланысты пигменттің таралуы мен формасында айқын айырмашылықтар анықталды. Қаракөл қозыларының шашында пигмент негізінен 2 морфологиялық құрылымда болады: пигментті түйіршіктердің сызықтық агрегаттарын құрайтын жеке меланин дәндері түрінде және фузиформды, эллипсоидты немесе сфералық пигментті түйіршіктердің көлемді шоғырлары түрінде. Жүн талшығындағы бұл түзілімдердің табиғаты әртүрлі түстерде өзгеріп ерекшеленеді. Қара түсті қозыларда меланин негізінен жүн талшығының кортикальды қабатында шоғырланған құрылымдар түзетін түйіршіктердің сызықтық тізбектер түрінде болады. Сур түсті жануарларда жеке түйіршіктердің саны аз, ал пигменттің негізгі бөлігі әлсірететін геннің әсеріне

және меланиннің кеңістіктік таралу ерекшеліктеріне байланысты үлкен агрегаттарда шоғырланған. Камбар түсті қозыларда пигмент сары-қызғылт сары түске ие және негізінен агрегаттар түрінде локализацияланған, ал оның мөлшері қара жануарларға қарағанда 2-3 есе төмен. Пигменттің морфологиясы мен таралуындағы айырмашылықтар жүн талшығының құрылымдық қасиеттеріне әсер ететіні анықталды және түс қарқындылығы мен реңдерін бақылайтын генетикалық факторлардың өзара әрекеттесуіне байланысты болуы мүмкін.

Тірек сөздер: Қаракөл қозылары, ақ және қара түсті жүн талшықтары, меланин, эумеланин, феомеланин.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПИГМЕНТАЦИИ ВОЛОСЯНОГО ПОКРОВА КАРАКУЛЬСКИХ ЯГНЯТ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Аханов У.К., кандидат сельскохозяйственных наук
Ибраимова Ж.К., PhD
Дауренбекова К.П., кандидат сельскохозяйственных наук
Джалилов И.С., студент группы ХТ-22-5к2
Ермекбаева А.Т., PhD

Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан

Аннотация. В настоящей статье представлены результаты исследований пигментации волосяного покрова каракульских ягнят различного происхождения.

В результате морфологического исследования шерстного покрова каракульских ягнят были выявлены явные различия в распределении и форме пигмента в зависимости от окраса и генетического происхождения животных. В волосе каракульских ягнят пигмент находится главным образом в 2-х морфологических структурах: в виде отдельных зерен меланина, образующих линейные агрегаты пигментных гранул, и в виде объемных скоплений пигментных гранул веретеновидной, эллипсовидный или сферический формы. Характер этих образований в волосах разных окрасок различен. У ягнят темного цвета меланин присутствует в основном в виде линейных цепей гранул, которые образуют структуры, сконцентрированные в корковом слое шерстяного волокна. У ягнят расцветки сур количество отдельных гранул невелико, а основная часть пигмента сосредоточена в больших агрегатах из-за действия ослабляющего гена и особенностей пространственного распределения меланина. У ягнят расцветки камбар пигмент имеет желто-оранжевый цвет и локализуется преимущественно в виде агрегатов, а его размер в 2-3 раза ниже, чем у черных животных. Было обнаружено, что различия в морфологии и распределении пигмента влияют на структурные свойства шерстяного волокна и могут быть связаны с взаимодействием генетических факторов, контролирующих интенсивность и оттенки цвета.

Ключевые слова: Каракульские ягнята, белые и черные шерстяные волокна, меланин, эумеланин, феомеланин.

ҒТАМР: 68.41.37; 68.39.37 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.374

СҮТТІ МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ СИЫРЛАРДЫҢ РЕПРОДУКТИВТІК ҚЫЗМЕТІН, ГИНЕКОЛОГИЯЛЫҚ СТАТУСЫН ЖӘНЕ ФИЗИОЛОГИЯЛЫҚ-БИОХИМИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІН КЕШЕНДІ ЗЕРТТЕУ

Ахметова Г.М., 8D08200 «Мал шаруашылығы өнімдерін өндіру технологиясы» мамандығының 2 курс докторанты, guma.9797@bk.ru , https://orcid.org/0000-0002-7848-3490
Харжау А., PhD
kh.ainur@bk.ru, https://orcid.org/0000-0003-4551-1851
Батыргалиев Е.А., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
erkin231088@mail.ru, https://orcid.org/0000-0003-0294-7401
Беркайрова Ж.Б., 8D08200 «Мал шаруашылығы өнімдерін өндіру технологиясы» мамандығының 1 курс докторанты, berkajrova@mail.ru, https://orcid.org/0009-0007-3410-1044
Кушалиев К.Ж., ветеринария ғылымдарының докторы, профессор
gosha196060@mail.ru , https://orcid.org/0000-0003-3188-1755
Габдуллин Д.Е., PhD
dosya_gabdullin@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-6523-1905

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал қ., Казахстан

Аңдатпа. Сүтті мал шаруашылығының тиімділігі көбінесе жануарлардың репродуктивтік денсаулығына байланысты, өйткені ол көбею көрсеткіштеріне, табынның өнімділігіне және саланың экономикалық тиімділігіне тікелей әсер етеді. Зерттеудің мақсаты сиырлардың репродуктивтік функциясын, гинекологиялық статусын және физиологиялық-биохимиялық көрсеткіштерін кешенді бағалау, сондай-ақ репродуктивтік жүйенің кең таралған патологиялары кезінде жүргізілген емдік-профилактикалық шаралардың тиімділігін анықтау болды.

Зерттеулер Батыс Қазақстан облысындағы «Аманат» шаруа қожалығында жүргізілді. Жануарлардың жағдайын бағалау үшін клиникалық тексеру әдістері, ректальды диагностика, ультрадыбыстық зерттеу және қанның биохимиялық талдауы қолданылды. Репродуктивтік жағдай мониторингі 372 сиырда жүргізілді, эндометритке шалдыққан 9 жануарға биохимиялық зерттеулер жүргізілді, ал фолликулогенез параметрлері 50 сиырда зерттелді.

Зерттеу нәтижесінде ең жиі кездесетін патология эндометрит (8,3%) екені анықталды, ал фолликулярлық кисталар мен аналық бездердің гипофункциясы едәуір сирек тіркелді. Жүргізілген емдік-профилактикалық шаралар қанның биохимиялық көрсеткіштерінің қалыпқа келуіне және жануарлардың репродуктивтік функциясының қалпына келуіне ықпал етті. Ультрадыбыстық зерттеулер жыныстық қозуды және овуляцияны индукциялаудың жоғары тиімділігін растады.

Алынған нәтижелер сүтті мал шаруашылығындағы көбею тиімділігі мен өнімділікті арттыру үшін жануарлардың репродуктивтік жағдайын жүйелі түрде бақылаудың қажеттілігін дәлелдейді.

Тірек сөздер: сүтті мал шаруашылығы, сиырлар, репродуктивтік функция, гинекологиялық статус, эндометрит, биохимиялық көрсеткіштер, фолликулогенез, овуляция.

Кіріспе. Сүтті мал шаруашылығы әлемдік агроөнеркәсіптік кешеннің стратегиялық маңызды салаларының бірі болып табылады және халықты жоғары сапалы ақуызға бай азық-түлік өнімдерімен қамтамасыз етуде ерекше орын алады. Қазіргі таңда сүт өндірісінің тиімділігі тек жануарлардың генетикалық әлеуетіне немесе өнімділік деңгейіне ғана емес, сонымен қатар олардың репродуктивтік денсаулығына тікелей тәуелді. Репродуктивтік функцияның қалыпты жүруі табынның үздіксіз жаңартылуын, сүт өндірудің тұрақтылығын, шаруашылықтағы сиырларды пайдалану ұзақтығын және жалпы өндірістің экономикалық тиімділігін қамтамасыз ететін негізгі факторлардың бірі болып саналады. Осыған байланысты жоғары өнімді сүтті сиырлардың репродуктивтік жүйесінің физиологиялық жағдайын сақтау және репродуктивтік патологиялардың алдын алу қазіргі ветеринариялық ғылым мен тәжірибенің басым бағыттарының біріне айналып отыр.

Соңғы жылдары жоғары өнімді голштин және басқа да сүтті бағыттағы сиырларда репродуктивтік аурулардың таралу жиілігі айтарлықтай артқаны байқалады. Бұл құбылыс

жануарлардың жоғары сүт өнімділігімен байланысты зат алмасу қарқындылығының жоғарылауымен, энергия тапшылығының қалыптасуымен, иммундық реактивтіліктің төмендеуімен, сондай-ақ қарқынды өндірістік технологиялардың әсерімен түсіндіріледі. Репродуктивтік жүйе патологияларының ішінде эндометрит, аналық бездердің гипофункциясы, фолликулярлық кисталар, персистентті сары дене және овуляция бұзылыстары жиі кездесіп, олардың әрқайсысы ұрықтану көрсеткіштерінің төмендеуіне, сервис-кезеңнің ұзаруына, бұзаулау аралығының артуына және табынның экономикалық тиімділігінің төмендеуіне алып келеді.

Көптеген халықаралық зерттеулерде сиырлардың репродуктивтік денсаулығына әсер ететін факторлардың көпқырлылығы көрсетілген. Азықтандыру деңгейі, энергия теңгерімі, микроэлементтермен қамтамасыз етілуі, ұстау технологиясы, стресс факторлары, микроклимат және босанғаннан кейінгі кезеңдегі жатыр инволюциясының ерекшеліктері репродуктивтік қызметтің қалпына келуіне елеулі ықпал етеді. Әсіресе босанғаннан кейінгі кезеңде жатырдың қабыну ауруларының дамуы овариальды циклдің кеш басталуына, овуляцияның бұзылуына және бедеуліктің қалыптасуына себеп болатын негізгі факторлардың бірі ретінде қарастырылады. Сондықтан репродуктивтік патологияларды ерте анықтау және олардың алдын алу мал шаруашылығындағы өндірістік шығындарды азайтудың маңызды тетігі болып табылады.

Қазіргі ветеринариялық тәжірибеде сиырлардың репродуктивтік жүйесінің жағдайын бағалауда клиникалық-гинекологиялық зерттеу, ректальды пальпация, ультрадыбыстық диагностика және зертханалық әдістер кешенді түрде қолданылады. Ультрадыбыстық зерттеу аналық бездердегі фолликулогенез динамикасын, овуляцияның басталу уақытын, сары дененің қалыптасуын және жатырдағы морфологиялық өзгерістерді нақты бағалауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар қанның биохимиялық көрсеткіштерін зерттеу зат алмасу процестерінің қарқындылығын, бауыр қызметін, минералдық алмасуды және қабыну процестерінің ағымын бағалаудың сенімді диагностикалық көрсеткіштері ретінде кеңінен пайдаланылады.

Соңғы жылдары репродуктивтік патологияларды емдеуде кешенді терапиялық тәсілдерге ерекше назар аударылуда. Қабынуға қарсы, антибактериалдық, гормондық және иммуномодуляциялық препараттарды үйлестіріп қолдану, сондай-ақ ультрадыбыстық мониторинг арқылы ем нәтижесін бақылау жануарлардың репродуктивтік қызметінің қалпына келу тиімділігін арттыратыны дәлелденген. Дегенмен әртүрлі аймақтардың табиғи-климаттық жағдайлары, азықтандыру ерекшеліктері, табын құрылымы және шаруашылықтағы технологиялық факторлар емдеу нәтижелеріне елеулі әсер етеді. Осыған байланысты Қазақстанның батыс өңіріндегі сүтті бағыттағы сиырлардың репродуктивтік жағдайын кешенді зерттеу және өңірлік ерекшеліктерді ескере отырып бағалау ғылыми және практикалық тұрғыдан өзекті мәселе болып табылады.

Қазақстан Республикасында сүтті мал шаруашылығын қарқынды дамыту жағдайында репродуктивтік денсаулықты бақылаудың ғылыми негізделген жүйесін қалыптастыру селекциялық жұмыстың тиімділігін арттыруға, жоғары генетикалық әлеуеті бар малдың өнімді пайдалану мерзімін ұзартуға және табынның биологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Осыған байланысты репродуктивтік жүйенің клиникалық жағдайын, физиологиялық және биохимиялық көрсеткіштерін кешенді бағалау, сондай-ақ жүргізілетін емдік-профилактикалық шаралардың тиімділігін ғылыми тұрғыдан негіздеу ветеринариялық ғылымның маңызды бағыттарының бірі болып табылады.

Зерттеудің мақсаты – Батыс Қазақстан облысындағы «Аманат» шаруа қожалығы жағдайында сүтті бағыттағы сиырлардың репродуктивтік функциясын, гинекологиялық статусын және физиологиялық-биохимиялық көрсеткіштерін кешенді бағалау, репродуктивтік жүйе патологияларының таралу ерекшеліктерін анықтау және жүргізілген емдік-профилактикалық шаралардың тиімділігін клиникалық, ультрадыбыстық және биохимиялық зерттеу әдістері негізінде бағалау.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Зерттеу жұмыстары 2024–2025 жылдары Батыс Қазақстан облысындағы «Аманат» шаруа қожалығында жүргізілді. Зерттеу нысаны ретінде

сүт бағытындағы, әртүрлі физиологиялық күйдегі сиырлар алынды. Жануарларды ұстау және азықтандыру технологиясы шаруашылықта қабылданған ветеринариялық-санитариялық талаптарға сәйкес жүргізілді. Зерттеуге клиникалық сау және репродуктивтік жүйесінде әртүрлі патологиялары анықталған жануарлар енгізілді.

Зерттеу дизайны бірнеше кезеңнен тұрды. Бірінші кезеңде табындағы сиырлардың репродуктивтік жағдайына кешенді мониторинг жүргізілді. Осы мақсатта 372 сиырдың гинекологиялық статусы бағаланып, эндометриттің әртүрлі түрлері, аналық бездердің гипофункциясы, фолликулярлық кисталар, персистік сары дене және басқа репродуктивтік патологиялардың таралу жиілігі анықталды. Репродуктивтік жүйенің жағдайы клиникалық-гинекологиялық тексеру, ректалды пальпация және ультрадыбыстық зерттеу нәтижелері негізінде бағаланды. Клиникалық зерттеу барысында жануарлардың жалпы физиологиялық жағдайы, дене температурасы, тәбеті, жыныс мүшелерінен бөлінетін бөлінділердің сипаты, сыртқы жыныс мүшелерінің жағдайы және жыныстық циклдің клиникалық белгілері бағаланды. Ректалды зерттеу әдісі арқылы жатырдың көлемі, тонусы, орналасуы, инволюция деңгейі, аналық бездердің көлемі, фолликулдардың және сары дененің болуы анықталды.

Репродуктивтік мүшелердің құрылымдық және функционалдық жағдайын нақтылау үшін ультрадыбыстық диагностика қолданылды. Зерттеу барысында аналық бездердегі фолликулдардың саны мен диаметрі, доминантты фолликулдың қалыптасуы, овуляцияның басталу уақыты, сары дененің дамуы және жатырдың морфологиялық өзгерістері бағаланды. Сондай-ақ, фолликулогенездің толқындық типі анықталып, екі және үш толқынды циклдердің таралу жиілігі есептелді.

Эндометрит диагнозы клиникалық белгілердің, ректалды зерттеу және ультрадыбыстық диагностика нәтижелерінің жиынтығы негізінде қойылды. Клиникалық эндометрит анықталған 9 сиырдан емдеуге дейін және ем аяқталғаннан кейін қан сынамалары алынып, қан сарысуының биохимиялық көрсеткіштері зерттелді. Биохимиялық талдау барысында жалпы ақуыз, глюкоза, темір, холестерин және креатинин концентрациялары анықталды. Алынған нәтижелер жануар организміндегі зат алмасу процестерінің қарқындылығын, қабыну реакцияларының белсенділігін және емдеу тиімділігін бағалау үшін пайдаланылды.

Фолликулогенез ерекшеліктерін бағалау мақсатында 50 сиырға ультрадыбыстық мониторинг жүргізілді. Зерттеу барысында индукцияланған күйлеудің басталу уақыты, овуляцияға дейінгі аралық, жыныстық циклдің ұзақтығы, фолликулогенездің толқындық типі, доминантты фолликулдың диаметрі және оның басымдық ету ұзақтығы анықталды. Алынған көрсеткіштер репродуктивтік жүйенің функционалдық жағдайын кешенді бағалауға мүмкіндік берді.

Эндометрит, аналық бездердің гипофункциясы және фолликулярлық кисталар анықталған жануарларға шаруашылық жағдайына бейімделген кешенді емдік-профилактикалық схемалар қолданылды. Емдеу тиімділігі клиникалық сауығу белгілерімен, репродуктивтік мүшелердің функционалдық жағдайының қалпына келуімен, ультрадыбыстық зерттеу нәтижелерімен және қанның биохимиялық көрсеткіштерінің динамикасымен бағаланды.

Статистикалық өңдеу. Алынған эксперименттік мәліметтердің статистикалық өңдеуі Statistica 13.0 бағдарламасы (StatSoft Inc., АҚШ) көмегімен жүргізілді. Сандық көрсеткіштердің қалыпты таралуы Shapiro–Wilk критерийі бойынша бағаланды. Зерттеу нәтижелері орташа арифметикалық мән және орташа мәннің стандарттық қатесі (M±m) түрінде ұсынылды. Емдеуге дейінгі және емдеуден кейінгі көрсеткіштердің айырмашылығы Student-тің жұпталған t-критерийі арқылы анықталды. Репродуктивтік патологиялардың таралу жиілігі пайыздық көрсеткіштермен (%) сипатталды, ал сапалық белгілер арасындағы айырмашылықтардың статистикалық маңыздылығы Пирсонның χ^2 (хи-квадрат) критерийі арқылы бағаланды. Барлық статистикалық талдауларда айырмашылықтар $p < 0,05$ болған жағдайда статистикалық тұрғыдан сенімді деп қабылданды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Жүргізілген репродуктивтік денсаулық мониторингі зерттеуге алынған жануарларда репродуктивтік жүйенің әртүрлі патологияларының бар екенін көрсетті (1-кесте).

1-кесте – Репродуктивтік мүше патологиясының болуына көбею көрсеткіштерінің мониторингі

Көрсеткіштер	Барлық бас саны	%
Эндометриттің әртүрлі түрлері	31	8,3
Фолликулярлық кистаның болуы	12	3,2
Аналық бездердің гипофункциясы	7	1,8
Персистентті сары дене	7	1,8
Аналық бездер мен жатырдың қалыпты жағдайы	304	81,8
Барлығы	372	100

Зерттеуге алынған 372 сиырдың репродуктивтік патологиялары әртүрлі жиілікте кездесті. Ең көп таралғаны – эндометрит (8,3%). Фолликулярлық кисталар 3,2%, ал аналық бездердің гипофункциясы мен персистентті сары дене 1,8% жағдайда тіркелді. Қалған 81,8% жануарда репродуктивтік мүшелер физиологиялық нормада болды. Бұл шаруашылықта репродуктивтік денсаулықты бақылау және алдын алу шаралары тұрақты жүргізілетінін көрсетеді. Эндометриттің жиілігі босанғаннан кейінгі жатыр инволюциясының баяулауына, микробтық ластануға және иммунитеттің төмендеуіне байланысты. Бұл – жоғары өнімді сиырларда жиі кездесетін мәселе және көптеген зерттеулерде де осылай сипатталады. Босанғаннан кейінгі эндометрит аналық бездердің қызметін кешіктіреді, сервис-кезеңді ұзартады және ұрықтану нәтижелерін төмендетеді. Сондықтан оны ерте анықтау және дұрыс емдеу табынның көбею көрсеткіштерін жақсартуға тікелей әсер етеді.

Біздің деректеріміз бойынша эндометриттің таралуы басқа шаруашылықтарда жарияланған көрсеткіштермен салыстырғанда төмендеу. Бұл айырмашылық азықтандыру ерекшеліктеріне, ветеринариялық-санитариялық талаптардың сақталуына, босанғаннан кейінгі кезеңді бақылауға және репродуктивтік мониторингтің жүйелілігіне байланысты. Әртүрлі елдердегі зерттеулер де эндометрит жиілігі шаруашылықтың технологиясына, табын құрылымына және диагностика әдістеріне қарай айтарлықтай өзгеретінін көрсетеді.

Аналық бездердің гипофункциясы 1,8% сиырда анықталды. Бұл көрсеткіштің салыстырмалы түрде төмен болуы жануарлардың азықтандыру деңгейі қанағаттанарлық және энергия алмасуында тұрақты бұзылыстар жоқ деп түсінуге болады. Дегенмен, гипофункция теріс энергия теңгерімі, минералдық жетіспеушілік және эндокриндік бұзылыстар фонында дамиды. Бұл фолликулдардың жетілуін баяулатып, овуляцияны кешіктіреді немесе мүлдем болдырмайды.

Фолликулярлық кисталар 3,2% жағдайда тіркелді – бұл өндірістік табындардағы орташа деңгейге сәйкес. Олардың пайда болуы гормоналды реттелудің (гипоталамус-гипофиз-аналық без байланысы) бұзылуынан және босанғаннан кейінгі метаболикалық өзгерістерден туындайды. Ұзақ сақталған кисталар күйлеу мен овуляцияны болдырмай, бедеулікке әкеледі. Мұндай жағдайларда ультрадыбыстық бақылау және уақтылы гормондық ем қажет. Зерттеуге алынған сиырлардың 81,8%-ында репродуктивтік мүшелердің физиологиялық қалпы сақталған. Бұл малды күтіп-бағу, ветеринариялық қызмет және бақылау жүйесінің дұрыс ұйымдастырылғанын көрсетеді. Патологиялардың салыстырмалы төмен деңгейі алдын алу шараларының да тиімді екенін жанама түрде растайды (2-кесте).

2-кесте – Эндометрит диагнозы қойылған сиырларды емдеу схемасы

Препараттың атауы	Мөлшері	1	2	3	4	5	6
Кетопрофен 10%	3 мл/100 кг	*	*	-	-	-	-
Цефтимаг	1мл/100 кг	*	*	*	*	*	-
Эндометромаг-Био	Жатыр ішіне	150	50	50	20	20	-
Е дәрумені	1 мл	-	-	-	-	-	*

Жиынтықта, алынған нәтижелер сүтті сиырлардың репродуктивтік жүйесін клиникалық, ректальды және ультрадыбыстық әдістермен тұрақты бақылаудың қажеттілігін көрсетеді. Патологияларды ерте анықтау және дер кезінде шара қолдану ұрықтандыру нәтижелерін жақсартып, сиырлардың табындағы өнімдік мерзімін ұзартады және сүт өндірісінің тиімділігін арттырады (3-кесте).

3-кесте – Аналық без гипофункциясы кезіндегі ем сызбасы

Препараттың атауы	Мөлшері	1	2	3	4	5	6	7
Мультивит	15 мл	*	-	-	-	-	-	*
Аналық бездер массажы	Тік ішек арқылы	*	*	*	*	*	*	*
Сурфагон	2–5 мл	-	-	-	-	-	-	*

Зерттеу барысында эндометрит, аналық бездердің гипофункциясы және фолликулярлық кисталар анықталған сиырларға кешенді емдік-профилактикалық сызбалар қолданылды (4-кесте).

4-кесте – Фолликулярлық киста кезінде сиырларды емдеу сызбасы

Препараттың атауы	Мөлшері	1	2	3	4
Сурфагон	5 мл	*	*	*	-
Магэстрофан	5 мл	-	-	-	*
Е витамині	5 мл	-	-	-	*
Жатыр массажы	Тік ішек арқылы	-	-	-	*

Әрбір патологияның патогенездік ерекшеліктерін ескере отырып, қабынуға қарсы, бактерияға қарсы, гормондық және метаболизмді ынталандыратын препараттар кешенді түрде пайдаланылды. Мұндай тәсіл клиникалық сауығуды жеделдетуге, репродуктивтік мүшелердің функционалдық жағдайын қалпына келтіруге және жануарлардың ұрықтану қабілетін жақсартуға бағытталды.

Эндометритке шалдыққан сиырларды емдеуде кетопрофен, жүйелі антибиотик (Цефтимаг), жатырішілік препарат (Эндометромаг-Био) және Е дәрумені қолданылды. Бұл емдеу схемасы қабыну процесін басуға, патогенді микрофлораның санын азайтуға және жатырдың инволюциясын жеделдетуге мүмкіндік берді. Халықаралық әдебиеттерде босанғаннан кейінгі эндометритті емдеуде кешенді тәсілдің монотерапияға қарағанда тиімдірек екені көрсетілген. Қазіргі көзқарас бойынша, клиникалық эндометритті емдеу тек инфекцияны жоюға ғана емес, жатырдағы қабынудың толық бәсеңдеуіне және эндометрийдің физиологиялық қызметін қалпына келтіруге бағытталуы тиіс.

Қазіргі ғылыми еңбектерде босанғаннан кейінгі жатыр ауруларының дамуы жатыр микробиомының бұзылуымен, қабынудың созылмалы сипат алуымен және иммундық жауаптың жеткіліксіздігімен байланысты екендігі дәлелденген. Сондықтан антибиотиктерді қабынуға қарсы препараттармен және жергілікті жатырішілік терапиямен үйлестіріп қолдану клиникалық сауығу мен кейінгі ұрықтану көрсеткіштерін жақсартады. Біздің зерттеуде қолданылған кешенді емдеу тәсілі осы заманауи қағидаларға сәйкес келеді және кейінгі биохимиялық көрсеткіштердің қалыпқа келуі оның тиімділігін жанама түрде дәлелдейді.

Аналық бездердің гипофункциясын емдеу кезінде дәрумендік препараттарды, Сурфагонды және аналық бездерге ректальды массажды біріктіріп қолдану овариальды белсенділікті қалпына келтіруге бағытталды. Репродуктивтік физиология тұрғысынан гонадотропин-рилизинг гормонының аналогтарын пайдалану фолликулдардың соңғы жетілуін және овуляцияның басталуын ынталандырады. Сонымен қатар, тік ішек арқылы жүргізілетін аналық без массажы жергілікті қан айналымын жақсартып, аналық без тіндерінің функционалдық белсенділігін арттыруға ықпал етеді. Осындай кешенді емдеу тәсілі жоғары өнімді сүтті сиырларда анеструс пен гипофункцияны емдеудің тиімді әдістерінің бірі ретінде қарастырылады.

Фолликулярлық кисталарды емдеу барысында Сурфагон мен Магэстрофанды қолдану, кейін Е дәруменін енгізу және жатыр массажын жүргізу овуляциялық циклдің қайта қалыптасуына мүмкіндік берді. GnRH аналогтары доминантты фолликулдың овуляциясын немесе лютеинизациясын ынталандырса, простагландин $F_2\alpha$ аналогтары функционалдық сары дененің регрессиясын қамтамасыз етеді. Бұл тәсіл қазіргі халықаралық ветеринариялық тәжірибеде кистозды аналық бездерді емдеудің негізгі хаттамаларының бірі болып есептеледі.

Соңғы жылдары жарияланған шолу мақалаларында репродуктивтік ауруларды емдеуде тек дәрілік терапиямен шектелу жеткіліксіз екені атап көрсетіледі. Жануарлардың азықтандыруын оңтайландыру, энергия теңгерімін қалпына келтіру, кальций мен микроэлементтердің жеткілікті деңгейін қамтамасыз ету, сондай-ақ босанғаннан кейінгі кезеңде тұрақты гинекологиялық мониторинг жүргізу емнің тиімділігін айтарлықтай арттырады. Сондықтан қазіргі ветеринариялық менеджментте емдеу мен профилактиканы біртұтас жүйе ретінде қарастыру ұсынылады.

Біздің зерттеу нәтижелері көрсеткендей, кешенді емдік-профилактикалық тәсілді қолдану клиникалық сауығумен қатар репродуктивтік мүшелердің функционалдық жағдайының жақсаруына ықпал етті. Мұны кейінгі ультрадыбыстық бақылау нәтижелері, фолликулогенездің қалыпқа келуі және қанның биохимиялық көрсеткіштерінің физиологиялық деңгейге жақындауы растайды. Бұл деректер кешенді терапияның тек клиникалық белгілерді жоюмен шектелмей, жануар организміндегі метаболикалық және репродуктивтік процестердің қалпына келуіне де оң әсер ететінін көрсетеді.

Жалпы алғанда, алынған нәтижелер қазіргі халықаралық ветеринариялық ғылымдағы негізгі қағидалармен сәйкес келеді және жоғары өнімді сүтті сиырларда репродуктивтік патологияларды емдеуде кешенді терапияны қолданудың тиімділігін растайды. Сонымен қатар, емдеу нәтижелерін ультрадыбыстық диагностикамен және биохимиялық мониторингпен бағалау терапияның объективтілігін арттырып, шаруашылық жағдайында ветеринариялық шешімдердің тиімділігін жоғарылатады.

5-кесте – Эндометритпен ауырған сиырлардың емдеуге дейінгі және кейінгі қанның биохимиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Референстік мәндер	Емдеуге дейін	Емдеуден кейін
Жалпы ақуыз, г/л	62–82	95,94±2,34	70,07±1,58
Глюкоза, ммоль/л	2,3–4,1	2,78±0,78	3,09±0,28
Темір, ммоль/л	18–20	10,14±0,24	18,03±0,21
Холестерин, ммоль/л	4,5–6,0	2,51±0,23	4,21±0,16
Креатинин, ммоль/л	56–162	160,60±1,9	98,74±0,49

Қан биохимиясы эндометритте зат алмасудың қалай өзгеретінін және емнің әсерін нақты көрсетті. Емге дейінгі және кейінгі көрсеткіштер салыстырмалы түрде бағаланды.

Ең көзге түскені – жалпы ақуыз. Ол емге дейін 95,94 г/л болып, нормадан асып тұр. Бұл жерде қабынуға жауап ретінде жедел фаза ақуыздарының көбеюі мен сұйықтық тапшылығы (дегидратация) әсер еткен. Емнен кейін 70,07 г/л-ге түсуі – қабынудың басылғанын және ақуыз алмасуының қалпына келе бастағанын көрсетеді.

Глюкоза деңгейі ем алдында 2,78 ммоль/л болса, кейін 3,09 ммоль/л-ге дейін көтерілген. Бұл шамалы өзгеріс те энергетикалық тепе-теңдіктің біртіндеп оңала бастағанын көрсетеді. Мұндай жағдайларда энергия жетіспеушілігі жиі аналық без жұмысына әсер етеді, сондықтан глюкоза көрсеткішінің тұрақтануы репродуктивтік функцияның қалпына келетінін жанама түрде растайды.

Темір бойынша айтарлықтай өзгеріс байқалды: 10,14 мкмоль/л-ден 18,03 мкмоль/л-ге дейін көтерілген. Қабыну кезінде темірдің тіндерге бөлініп кетуінен гипоферремия дамиды, ал ем нәтижесінде темір көрсеткішінің қалыпқа келуі қабыну белсенділігінің төмендегенін дәлелдейді.

Липидтер алмасуының жағдайын холестериннен көруге болады: 2,51-ден 4,21 ммоль/л-ге дейін өскен. Холестерин стероидты гормондардың (оның ішінде жыныс гормондарының) алдынғы заты болғандықтан, оның көбеюі эндокриндік жүйенің де біртіндеп қалыпқа түсетінін көрсетеді.

Креатинин деңгейі де өзгерді: емге дейін 160,6 мкмоль/л (норманың жоғарғы шегі) болса, кейін 98,74 мкмоль/л-ге дейін төмендеді. Бұл бүйректің қан айналымының жақсарғанын және дегидратацияның азайғанын көрсетеді.

Барлық көрсеткіштердің өзгеру бағыты бірдей: қабынуға байланысты бұзылыстар ем нәтижесінде түзетілген. Бұл деректер ультрадыбыстық зерттеу және ұрықтандыру нәтижелерімен де сәйкес келеді. Яғни, биохимиялық көрсеткіштерді қарапайым және сенімді бақылау құралы ретінде репродуктивті патологияларды емдеуде қолдануға болады.

6-кесте – Жыныстық күйлеудің байқалу көрсеткіштері, овуляция және фолликулдардың өсу динамикасы параметрлері

Көрсеткіштер	«АМАНАТ» ШҚ
Зерттелген жануарлар саны	50
Индукцияланған күйлеу және овуляция байқалған жануарлар саны	49
Эстрофан енгізілгеннен кейін күйлеудің басталу аралығы, сағ	35,4±1,15
Жыныстық цикл ұзақтығы, тәулік	21,7±0,84
Фолликулогенездің екі толқынды типі	37 (74,0%)
Фолликулогенездің үш толқынды типі	12 (24,0%)
Екінші толқынның қалыптасуы	11,2±0,58
Үшінші толқынның қалыптасуы	17,0±0,92
Доминантты фолликулдың басымдық ету ұзақтығы	6,1±1,45
Доминантты фолликулдың диаметрі	15,3±0,12
Эструстың басталуынан овуляцияға дейінгі аралық	26,5±1,63

Эндометриттен кейінгі сиырлардың репродуктивтік функциясын бағалауда ультрадыбыстық мониторинг нақты әрі ақпаратты болды. Бұл әдіс фолликулдардың өсу қарқынын, овуляция мезгілін, сары дененің пайда болуын және жатырдағы өзгерістерді тікелей көрсетті. Емнің әсерін объективті бақылау үшін де бұл қолайлы құрал.

50 басқа Эстрофан инъекциясы жасалды. Оның 49-ында овуляция тіркелді – бұл синхрондау сәтті өткенін көрсетеді. Эстрофаннан кейін күйлеу орта есеппен 35,4±1,15 сағаттан соң, ал овуляция күйлеу басталғаннан кейін 26,5±1,63 сағатта болды. Бұл уақыт аралықтары физиологиялық нормаға сай.

Фолликулогенез типіне қарасақ, 74% сиырда екі толқынды, 24% – үш толқынды цикл анықталды. Бұл арақатынас сау табындарға тән. Үш толқынды циклдер үлесі әдетте азықтандыру, сүт өнімділігі, босанғаннан кейінгі уақытқа байланысты ауытқиды. Біздің деректер де осы заңдылықтан шықпайды.

Доминантты фолликулдың орташа диаметрі 15,3±0,12 мм болды. Бұл – овуляцияға қабілетті жетілген фолликулға тән шама. Осы фолликулдың басымдық ету ұзақтығы 6,1±1,45 тәулікке созылды – бұл да қалыпты циклдің көрсеткіші.

Екінші фолликулярлық толқын орташа 11,2±0,58 тәулікте, үшіншісі – 17,0±0,92 тәулікте басталды. Бұл кезеңдер де физиологиялық шектен шықпайды.

Ауру кезінде энергия тапшылығы, қабыну, минералдық теңгерімнің ауытқуы фолликулогенезді баяулатып, доминантты фолликулдың жетілуін тежейді және овуляцияны кешіктіреді. Біздің зерттеуде емнен кейін бұл көрсеткіштердің нормаға жақындауы репродуктивтік жүйенің функциясы қалпына келе жатқанын растайды.

Қан биохимиясының нәтижелері де осыған үндес. Жалпы ақуыз, темір, холестерин, креатинин көрсеткіштері нормаға жақындаған сайын овариальды цикл де тұрақтана түсті. Демек, репродуктивтік функцияның қалпына келуі тек жатырдағы жергілікті қабынудың басылуына ғана емес, жалпы зат алмасудың реттелуіне де тікелей байланысты.

Клиникалық тексеру, ректальды пальпация, ультрадыбыс және қан биохимиясын бірге қолдану патологияны ерте анықтауға және оның ағымын толығырақ көруге мүмкіндік берді. Мұндай кешенді бақылау практикалық тұрғыдан тиімді – ол табынның ұрықтандыру нәтижелерін болжауға және емді түзетуге көмектеседі.

Жиынтықта алғанда, жүргізілген ем шараларынан кейін сиырлардың аналық бездерінің циклдік жұмысы қалпына келді, ал ультрадыбыстық және биохимиялық бақылау бұл үдерісті сенімді түрде көрсетті.

Қорытынды. Батыс Қазақстан облысындағы «Аманат» шаруа қожалығында сүтті сиырлардың репродуктивтік жағдайына жүргізілген зерттеу көрсеткендей, гинекологиялық аурулардың ішінде эндометрит ең көп таралған – 8,3%. Фолликулярлық кисталар 3,2%, ал аналық бездердің гипофункциясы 1,8% жағдайда тіркелді. Қалған 81,8% сиырда репродуктивтік жүйе физиологиялық нормада болды.

Патологияларды анықтауда клиникалық тексеру, ректальды пальпация және ультрадыбысты бірге қолдану нәтижелі болды. УДЗ деректері бойынша фолликулогенездің екі толқынды типі басым, овуляция мерзімдері физиологиялық шекте сақталған.

Эндометрит, аналық без гипофункциясы және кисталар үшін тағайындалған ем шаралары тек клиникалық сауығуды ғана емес, сонымен қатар репродуктивтік мүшелердің қызметінің қалпына келуін қамтамасыз етті. Бұл қан биохимиясының нормаға жақындауымен де расталады – терапия организмдегі зат алмасудың біртіндеп тұрақтануына әкелген. Зерттеу нәтижелері клиникалық, ультрадыбыстық және биохимиялық әдістерді бірге қолданудың патологияны ерте анықтауда және ем нәтижесін объективті бағалауда тиімді екенін көрсетеді. Бұл тәсіл жоғары өнімді сиырлардың ұрпақтылық әлеуетін сақтауға мүмкіндік береді.

Практикалық тұрғыдан алғанда, ұсынылған мониторинг жүйесі сервис-кезеңді қысқартуға, ұрықтандыру тиімділігін арттыруға және сиырлардың шаруашылықтағы пайдалану мерзімін ұзартуға көмектеседі. Бұл шараларды кәсіптік ветеринариялық тәжірибеге енгізу шаруашылықтың экономикалық тиімділігіне оң әсер етеді.

Қаржыландыру. Зерттеу жұмыстары Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігінің 2024 жылғы 8 қазандағы №7 келісім-шарты бойынша, 2024-2026 жылдарға арналған 267 «Білім мен ғылыми зерттеулердің қолжетімділігін арттыру» кіші бағдарламасының 101 «Ғылыми зерттеулер мен іс-шараларды бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру» бюджеттік бағдарламасы шеңберінде жүзеге асырылды. BR22886157 «Селекциялық-технологиялық және молекулалық-генетикалық әдістер арқылы сүтті мал шаруашылығының генетикалық ресурстарын басқару, сақтау және ұтымды пайдалану» ғылыми жобасы аясында орындалды.

Әдебиеттер:

[1] **Sheldon, I.M.,** Cronin J., Goetze L., Donofrio G., Schuberth H.J. Defining postpartum uterine disease in cattle // Theriogenology. – 2006. – Vol. 65. – P. 1516–1530. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.08.021

[2] **Lucy, M.C.** Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? // Journal of Dairy Science. – 2001. – Vol. 84(6). – P. 1277–1293. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70158-0

[3] **Rahawy, M.A.** Study on the post-partum disorders and their relationship with the reproductive performance in Iraqi cow-buffaloes // Iraqi Journal of Veterinary Sciences. – 2021. – Vol. 35(2). – P. 313–317. https://doi.org/10.33899/ijvs.2020.127154.1473

[4] **Иванов, В.А.,** Николаев С.Ю., Попов Д.И. Эпизоотология и лечение эндометрита у коров в условиях молочных ферм // Ветеринария, 2019. – № 7. – С. 34–37.

[5] **Сапаров, А.Ж.,** Курманалиев К.Т., Жунусова Л.А. Распространенность послеродовых осложнений у коров и пути их профилактики // Ветеринария Казахстана, 2021. – Т. 3(2). – С. 25–30.

[6] **Zhang, Y.,** Han Y., Wang Y. Role of hygiene and management in postpartum uterine infections in dairy cows // Theriogenology. – 2016. – Vol. 86(7). – P. 1503–1510.

[7] **Mee, J.F.** Managing the dairy cow at calving time // Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. – 2004. – Vol. 20(3). – P. 521–546. https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.001

[8] **Касымов, Ж.А.,** Абдрахманов Т.Ш., Жаксыбаев Н.К. Метаболические факторы репродуктивной дисфункции у коров // Ветеринария и кормление, 2020. – № 6. – С. 42–45.

[9] **Osawa, T.** Predisposing factors, diagnostic and therapeutic aspects of persistent endometritis in postpartum cows // Journal of Reproduction and Development. – 2021. – Vol. 67(5). – P. 291–299. https://doi.org/10.1262/jrd.2021-052

[10] **Yáñez, U.,** Herradón P.G., Becerra J.J., Peña A.I., Quintela L.A. Relationship between postpartum metabolic status and subclinical endometritis in dairy cattle // Animals. – 2022. – Vol. 12(3). – Article 242. https://doi.org/10.3390/ani12030242

[11] **Sheldon, I.M.,** Molinari P.C.C., Ormsby T.J.R., Bromfield J.J. Preventing postpartum uterine disease in dairy cattle depends on avoiding, tolerating and resisting pathogenic bacteria // Theriogenology. – 2020. – Vol. 150. – P. 158–165. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.017

[12] **Bromfield, J.J.,** Sheldon I.M. Genesis of clinical and subclinical endometritis in dairy cows // Biology of Reproduction. – 2023. https://doi.org/10.1530/REP-22-0452

[13] **Rosales, E.B.,** Ametaj B.N. Reproductive tract infections in dairy cows: Can probiotics curb down the incidence rate? // Dairy. – 2021. – Vol. 2(1). – P. 40–64. https://doi.org/10.3390/dairy2010004

[14] **Parikh, S.,** Kavani F., Parmar K., et al. Diagnostic and therapeutic management of subclinical endometritis in dairy bovine: A review // Animal Reproduction Update. – 2022. – Vol. 2(2). https://doi.org/10.48165/aru.2022.2.2.1

[15] **Várhidi, Z.,** Csikó G., Bajcsy Á.C., Jurkovich V. Uterine Disease in Dairy Cows: A Comprehensive Review Highlighting New Research Areas // Veterinary Sciences. – 2024. – Vol. 11(2). – Art. 66. https://doi.org/10.3390/vetsci11020066

References:

[1] **Sheldon, I.M.,** Cronin J., Goetze L., Donofrio G., Schuberth H.J. Defining postpartum uterine disease in cattle // Theriogenology. – 2006. – Vol. 65. – P. 1516–1530. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.08.021

[2] **Lucy, M.C.** Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? // Journal of Dairy Science. – 2001. – Vol. 84(6). – P. 1277–1293. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70158-0

[3] **Rahawy, M.A.** Study on the post-partum disorders and their relationship with the reproductive performance in Iraqi cow-buffaloes // Iraqi Journal of Veterinary Sciences. – 2021. – Vol. 35(2). – P. 313–317. https://doi.org/10.33899/ijvs.2020.127154.1473

[4] **Ivanov, V.A.,** Nikolaev S.Ju., Popov D.I. Jepizootologija i lechenie jendometrita u korov v uslovijah molochnyh ferm // Veterinarija, 2019. – № 7. – S. 34–37.[in Russian]

[5] **Saparov, A.Zh.,** Kurmanaliev K.T., Zhunusova L.A. Rasprostranennost' poslerodovyh oslozhnenij u korov i puti ih profilaktiki // Veterinarija Kazahstana, 2021. – T. 3(2). – S. 25–30. [in Russian]

[6] **Zhang, Y.,** Han Y., Wang Y. Role of hygiene and management in postpartum uterine infections in dairy cows // Theriogenology. – 2016. – Vol. 86(7). – P. 1503–1510.

[7] **Mee, J.F.** Managing the dairy cow at calving time // Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. – 2004. – Vol. 20(3). – P. 521–546. https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.001

[8] **Kasymov, Zh.A.,** Abdrahmanov T.Sh., Zhaksybaev N.K. Metabolicheskie faktory reproduktivnoj disfunkcii u korov // Veterinarija i kormlenie. – 2020. – № 6. – S. 42–45. [in Russian]

[9] **Osawa, T.** Predisposing factors, diagnostic and therapeutic aspects of persistent endometritis in postpartum cows // Journal of Reproduction and Development. – 2021. – Vol. 67(5). – P. 291–299. https://doi.org/10.1262/jrd.2021-052

[10] **Yáñez, U.,** Herradón P.G., Becerra J.J., Peña A.I., Quintela L.A. Relationship between postpartum metabolic status and subclinical endometritis in dairy cattle // Animals. – 2022. – Vol. 12(3). – Article 242. https://doi.org/10.3390/ani12030242

[11] **Sheldon, I.M.,** Molinari P.C.C., Ormsby T.J.R., Bromfield J.J. Preventing postpartum uterine disease in dairy cattle depends on avoiding, tolerating and resisting pathogenic bacteria // Theriogenology. – 2020. – Vol. 150. – P. 158–165. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.017

[12] **Bromfield, J.J.,** Sheldon I.M. Genesis of clinical and subclinical endometritis in dairy cows // Biology of Reproduction. – 2023. https://doi.org/10.1530/REP-22-0452.

[13] **Rosales, E.B.,** Ametaj B.N. Reproductive tract infections in dairy cows: Can probiotics curb down the incidence rate? // Dairy. – 2021. – Vol. 2(1). – P. 40–64. https://doi.org/10.3390/dairy2010004

[14] **Parikh, S.,** Kavani F., Parmar K., et al. Diagnostic and therapeutic management of subclinical endometritis in dairy bovine: A review // Animal Reproduction Update. – 2022. – Vol. 2(2).

https://doi.org/10.48165/aru.2022.2.2.1
[15] **Várhidi Z.,** Csikó G., Bajcsy Á.C., Jurkovich V. Uterine Disease in Dairy Cows: A Comprehensive Review Highlighting New Research Areas // Veterinary Sciences. – 2024. – Vol. 11(2). – Art. 66. https://doi.org/10.3390/vetsci11020066

МОНИТОРИНГ РЕПРОДУКТИВНОЙ ФУНКЦИИ, ГИНЕКОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА И ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОРОВ В УСЛОВИЯХ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА

Ахметова Г.М., докторант 2 курса ОП 8D08200 «Технология производства продукции животноводства»
Харжау А., PhD
Батыргалиев Е.А., кандидат сельскохозяйственных наук
Беркайрова Ж.Б., докторант 1 курса ОП 8D08200 «Технология производства продукции животноводства»
Кушалиев К.Ж., доктор ветеринарных наук, профессор
Габдуллин Д.Е., PhD

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, г. Уральск, Казахстан

Аннотация. Эффективность молочного скотоводства во многом зависит от репродуктивного здоровья животных, которое оказывает непосредственное влияние на показатели воспроизводства, продуктивность стада и экономическую эффективность отрасли. Целью исследования являлась комплексная оценка репродуктивной функции, гинекологического статуса и физиолого-биохимических показателей коров, а также определение эффективности лечебно-профилактических мероприятий при наиболее распространённых патологиях репродуктивной системы. Исследования проводились в КХ «Аманат» Западно-Казахстанской области. Для оценки состояния животных применяли клинические методы обследования, ректальную диагностику, ультразвуковое исследование и биохимический анализ крови. Мониторинг репродуктивного состояния выполнен у 372 коров, биохимические исследования проведены у 9 животных с эндометритом, а параметры фолликулогенеза изучены у 50 коров. В результате установлено, что наиболее распространённой патологией являлся эндометрит (8,3%), тогда как фолликулярные кисты и гипофункция яичников встречались значительно реже. Проведённые лечебно-профилактические мероприятия способствовали нормализации биохимических показателей крови и восстановлению репродуктивной функции животных. Ультразвуковые исследования подтвердили высокую эффективность индукции половой охоты и овуляции. Полученные результаты подтверждают необходимость систематического мониторинга репродуктивного состояния животных для повышения эффективности воспроизводства и продуктивности молочного скотоводства.

Ключевые слова: молочное скотоводство, коровы, репродуктивная функция, гинекологический статус, эндометрит, биохимические показатели, фолликулогенез, овуляция.

COMPREHENSIVE MONITORING OF REPRODUCTIVE FUNCTION, GYNECOLOGICAL STATUS, AND PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS IN DAIRY COWS

Akhmetova G.M., second-year PhD student of the Educational Program 8D08200 "Technology of Livestock Products Production"
Kharzhau A., PhD
Batyrgaliyev Y.A., candidate of Agricultural Sciences
Berkairova Zh.B., first-year PhD student of the Educational Program 8D08200 "Technology of Livestock Products Production"
Kushaliev K.Zh., Doctor of Veterinary Sciences, Professor
Габдуллин Д.Е., PhD

Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University, Uralsk, Kazakhstan

Annotation. The efficiency of dairy cattle farming largely depends on the reproductive health of animals, which directly affects reproductive performance, herd productivity, and the economic efficiency of the industry. The aim of this study was to conduct a comprehensive assessment of reproductive function, gynecological status, and physiological-biochemical parameters of cows, as well as to determine the effectiveness of therapeutic and preventive measures for the most common reproductive system disorders. The study was carried out at the Amanat Farm in the West Kazakhstan region. Clinical examination methods, rectal diagnostics, ultrasonographic examination, and biochemical blood analysis were used to evaluate the condition of the animals. Reproductive status monitoring was performed on 372 cows, biochemical analyses were conducted on 9 cows diagnosed with endometritis, and folliculogenesis parameters were studied in 50 cows. The results revealed that endometritis was the most common pathology (8.3%), whereas follicular cysts and ovarian hypofunction occurred considerably less frequently. The therapeutic and preventive measures implemented contributed to the normalization of blood biochemical parameters and restoration of reproductive function in the animals. Ultrasonographic examinations confirmed the high effectiveness of estrus and ovulation induction. The obtained results highlight the importance of systematic monitoring of the reproductive status of animals to improve reproductive efficiency and productivity in dairy cattle farming.

Keywords: dairy cattle farming, cows, reproductive function, gynecological status, endometritis, biochemical parameters, folliculogenesis, ovulation.

IRSTI 68.39.15 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.375

EXPERIMENTAL EVALUATION OF THE IMMUNOMODULATORY ACTIVITY OF A NEW COMPLEX FEED ADDITIVE OF NATURAL ORIGIN

Koibasova L.U.*, Candidate of Biological Science, Associate Professor
laura.koibasova74@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-9898-3580
Demchenko G.A., Doctor of Medical Sciences, Professor
georgiidemchenko@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-9906-2700
Makashev E.K., Doctor of Biologacal Sciences, Professor
e_makashev@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-9177-1000
Abdreshov S.N., Candidate of Biological Science, professor
SNABDRESHOV@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-8527-921X
Mussayeva A.S., Candidate of Biological Science, Associate Professor
aimus_@mail.ru, https://orcid.org/0000-0003-2871-1552
Yessenova M.A., PhD, Senior Researcher
esenova_makpal@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-2436-0620

Institute of Genetics and Physiology CS MSHE RK, Almaty, Kazakhstan

Annotation. This paper reports an experimental evaluation of the metabolic and immunomodulatory effects of two complex feed additives of natural origin based on bentonite and chlorella with added potassium iodide and selenium (FA1 and FA2). The additives were fed to Sprague-Dawley rats (n = 62) for 21 days, after which cellular, biochemical and immunological parameters were measured in blood and lymph. FA2 was additionally evaluated in 18 cows under farm conditions, using intraruminal boluses to record rumen pH, temperature and locomotor activity.

Both additives raised lymphocyte counts in lymph by 10–25% and produced moderate shifts in blood cell composition that remained within physiological limits. Albumin, total protein and glucose increased by 11–26%; ALT, AST, creatinine and urea also rose, while bilirubin, triglycerides and alkaline phosphatase were unchanged, indicating activation of protein and energy metabolism without loss of hepatic or renal function. Lipid peroxidation products increased only slightly, whereas catalase activity rose by 29.1% (FA1) and 11.6% (FA2), indicating mobilisation of antioxidant defence rather than oxidative damage. IgM, IgG and IgA increased in both blood and lymph, most markedly for IgM in lymph (up to 48.2%). In cattle, FA2 did not disturb rumen pH or temperature and was well tolerated.

The results indicate a predominantly immunomodulatory action of both additives, with FA2 producing more moderate metabolic and oxidative changes than FA1. This supports further evaluation of FA2 as a feed supplement for farm animals.

Keywords: feed additive, livestock nutrition, lymph, blood, immunomodulatory effect.

Introduction. Today, more attention is being paid to feed additives that are safe for animals and help maintain their normal physiological condition and ability to adapt to different housing conditions. This is especially important in animal production, where maintaining animal health and resistance to unfavorable environmental conditions is closely related to welfare and productivity [1,2]. Natural biologically active substances are increasingly being studied as components of feed additives because they may help regulate metabolism, immune function, and oxidative balance.

Bentonite clays are used in feed because of their high sorption capacity: they bind mycotoxins, heavy metals and other toxic metabolites in the gastrointestinal tract and reduce their absorption [3,4,5]. Beyond this direct sorption effect, bentonite has been reported to influence mineral balance and digestive function.

The microalga Chlorella supplies protein, polyunsaturated fatty acids, vitamins and minerals, together with carotenoids and other compounds with antioxidant activity [6,7]. In feeding trials it has been shown to modify immune responses and to reduce lipid peroxidation. Selenium and iodine act through defined mechanisms: selenium is a component of glutathione peroxidase and other selenoenzymes that protect cells against oxidative damage [8], while iodine is required for thyroid hormone synthesis and thus for the regulation of metabolic rate [9]. Combining a sorbent

with these three biologically active components addresses toxin load, antioxidant status and endocrine regulation at the same time, which is not achieved by any of them alone.

The lymphatic system has received far less attention in feed additive research than blood. It maintains fluid balance, transports lipids and immune cells, and provides the environment in which humoral immune responses develop [10]. Because lymphatic function depends on microcirculation, rheological properties and tissue metabolism, measuring lymph composition alongside blood gives a more direct view of immune and metabolic status than blood alone.

The combined effect of bentonite, Chlorella, iodine and selenium on lymph composition has not been reported. The present study therefore examined how two such additives affect the cellular and biochemical composition of blood and lymph, lipid peroxidation and immunoglobulin levels in rats, and assessed the tolerance of FA2 in cattle under farm conditions using continuous intraruminal monitoring.

Materials and methods. The study was conducted on 62 white Sprague-Dawley (SD) rats weighing 277 ± 17 g. The animals were divided into three groups. The control group (n = 20) received the standard vivarium diet. The experimental group (n = 20) received a feed additive (FA1, consisting of bentonite, chlorella, potassium iodide, and selenium) (patent no. 7945, April 14, 2023) [10]; and the third group of animals (n = 22) received a new feed additive (FA2). They were given this additive for 21 days. The additive consisted of bentonite powder and liquid chlorella in a ratio of 1:3, ground into a homogeneous mass, then dried and mixed to a powder state, and supplemented with KI and selenium. After feeding FA1 and FA2, the animals were weighed and selected for the experimental study.

The animals were anesthetized with ether inhalation using a mask with a cotton ball soaked in ether. After anesthesia, an incision was made along the linea alba of the abdominal muscles. The thoracic lymphatic duct was exposed near the diaphragm. A graduated microcannula was inserted into the duct to measure lymph flow and collect lymph samples. After the lymph was collected, the abdominal aorta was exposed in the caudal part of the abdominal cavity. A Teflon catheter was inserted into the aorta for blood collection. Urine was collected by bladder puncture, and its volume was measured. Blood pressure (BP) and heart rate (HR) were recorded with a Drager surgical monitor (model GAMMA). The viscosity and coagulation of blood and lymph were measured with a VK-4 viscometer (ZMSO, Russia). The cellular composition of blood, lymph, and urine was analyzed using a SYSMEX KX-219 hematology analyzer (Japan). Electrolytes in lymph and blood plasma were measured with an AVL 9190 analyzer (Roche Diagnostics, Austria, 2012).

Blood and lymph biochemical parameters included total protein (TP), albumin (Alb), triglycerides (Tri), cholesterol (Chol), glucose (Glu), bilirubin (Bil), ALT, AST, and alkaline phosphatase (ALP). Phosphorus (P) and magnesium (Mg) were also measured. These analyses were performed with an A-25 BIOSYSTEMS biochemical analyzer (Spain) using the appropriate test kits according to standard procedures. Lipid peroxidation analysis included determination of conjugated dienes (CD) using an Apel PD-303UV spectrophotometer (Apel Co., Saitama, Japan), analysis of malondialdehyde (MDA) using a CECIL CE 1021 UV-VIS spectrophotometer (Cecil Instruments, Cambridge, UK), and titration of catalase (CAT) activity [11]. Immunoglobulins IgM, IgG, and IgA were determined by enzyme-linked immunosorbent assay using commercial T-systems (Wuhan Fine Biotech Co., China).

A practical evaluation of the FA-2 feed additive was conducted at the EPI farm in the Almaty region. Eighteen clinically healthy cows weighing 320–400 kg participated in the study. The animals were divided into two groups: control (n = 9) and experimental (n = 9). Before the experiment, animals were weighed, and blood samples were collected for subsequent biochemical and hematological analysis.

To continuously monitor the physiological state of some animals from both groups, intra-rumen boluses were injected into the rumen. These devices were used to monitor selected physiological parameters and animal behavior during the experiment. The results were analyzed using Microsoft Excel. Changes in the measured parameters were assessed with the unpaired Fisher–Student test. Statistical significance was set at $p \leq 0.05$.

For the animal studies, the requirements of the local Ethics Committee of the Institute of Human and Animal Physiology (IGAP), SC MSHE RK, were followed. The study was covered by Protocol No. 3 (3), dated October 8, 2024, outgoing No. 07-05/158.

Results and Discussion. The study examined the effects of the new feed additives FA1 and FA2 on the functional state of blood, lymph, and key hemodynamic parameters in rats. Analysis of hemodynamic parameters revealed moderate changes in the cellular blood composition when the feed additives were included in the rat diet. In the FA1 group, the total white blood cell (WBC) count increased by 5.9% compared to the control (3.02 vs. 2.85×10⁹/L; $p<0.05$), and by 4.9% in the FA2 group. The absolute lymphocyte count (LYM) increased by 5.9% in FA1 and by 4.4% in FA2 relative to the control, while their relative content increased by approximately 5–6%, without significant differences (Table 1). The most noticeable changes were observed in the fraction of the total number of "medium" leukocytes (MID): in the FA1 group, the absolute value increased by approximately 128%, and in the FA2 group - by 171% compared to the control ($p < 0.001$). The relative content of MID increased by 45.6% in FA1 and by 61.1% in FA2. The proportion of granulocytes (GRA%) in the FA2 group increased more than 4 times compared to the control ($p < 0.001$).

Regarding the red blood cell component, hemoglobin (HGB) increased by 5.5% in the FA1 group, and the red blood cell (RBC) count by 3.0%. The RDW-SD index increased by 4.4% in the FA2 group. The platelet count (PLT) decreased by 5.5% in FA1 and by 6.6% in FA2 compared to the control group ($p<0.05$). Overall, these changes are within physiological norms and demonstrate a moderate effect of feed additives on blood composition without signs of pathological changes.

Analysis of lymph cellular composition showed that the use of FA 1 and FA2 was accompanied by changes in certain hematological parameters compared to the control group (Table 2). The total white blood cell (WBC) count in the lymph of animals receiving FA1 increased by 1.3%, while in the group receiving FA2 it increased by 4.6% compared to the control group.

Table 1 – Blood cellular composition of animals receiving FA1 and FA2, compared to the control group

	Control group	FA 1	FA 2
WBC (10^9/L)	4.85± 0.1	5.02±0.2*	4.99±0.20
LYM (10^9/L)	2.71± 0.3	2.87±0.3	2.83±0.06
LYM %	55.5 ±3.4	58.7±6.7	58.5±5.1
MID (10^9/L)	0.07±0.001	0.16±0.003**	0.19 ±0.004**
MID %	3.75±0.021	5.46±0.09**	6.04 ±0.051**
GRA (10^9/L)	2.0±0.010	2.5±0.03*	2.4±0.05
GRA %	2.35±0.22	11.21±0.09	10.10±0.08**
HGB g/L	150.0 ±3.0	158.3±4.0*	159.1±5.2*
MCH pq	19.65±1.1	19.7±1.8	19.88±2.2
MCHC	40.4±2.1	42.45±1.8	42.9±2.5
RBC (10^{12}/L)	7.4± 0.2	7.62±0.5*	7.7±0.5
MCV fl	48,6±5,1	48.9±4.8	49.1±4.4
HCT %	45.0± 3.2	44.2±3.4*	45.6±4.3
RDWcfl	36.1±0.8	35.25±1.7	37.7±1.3
RDWs %	13.7±0.5	17.75±0.6*	17.7±0.5*
PLT (10^9/L)	525 ±14	496.3±29*	490.3±29*
MPV	7.4±0.5	7.3±0.4*	7.3±0.6
PDWafl	10.35±0.7	10.25±0.4*	10.3±0.6
PDWc %	38.65±0.7	39.4±3.2	39±3.5
PCT %	0.50±0.04	0.48±0.06*	0.49±0.06*
Note: significant compared with the control, -$p<0.05^*$, -$p<0.001^{**}$			

The red blood cell (RBC) count in the lymph of animals receiving FA2 significantly

increased, but only minimally, indicating the absence of a significant effect of the supplements on the red blood cell count in the lymph.

Table 2 – Lymph cellular composition of animals receiving FA1 and FA2 compared to the control group in the experiment

Parameters	Lymph		
	control	FA 1	FA 2
WBC (x10^3/μL)	15.2± 0.3	15.4±0.4	15.9±0.6*
RBC (x10^6 / μL)	0.02±0.003	0.02±0.003	0.02±0.004
LYM (%)	85.0± 0.8	94.5±0.8*	94±0.7*
LYM (x10^3/μL)	13.0 ±0.4	16.1±0.5	16.2±0.4**
Note: significant compared with the control, -p <0.05*, -p<0.01**			

The most pronounced changes were also observed in the lymphocyte component. The relative lymph content (LYM%) increased by 11.2% in the FA1 group and by 10.5% in the FA2 group compared to the control.

The absolute lymph count (LYM x 103/μL) increased by 23.8% in the FA1 group and by 24.6% in the FA2 group compared to the control. Thus, the use of FA1 and FA2 promoted an increase in lymphocyte counts in the lymph by 10-25% compared to the control, which may indicate immune system activation.

Analysis of blood plasma biochemical parameters showed that the use of FA1 and FA2 was accompanied by changes in certain metabolic and enzymatic parameters. The use of FA2 caused changes in blood plasma biochemical parameters (Table 3). Albumin and total protein levels increased by 11% compared to controls, likely due to increased protein metabolism. Blood glucose increased by 23%, indicating increased energy supply.

Cholesterol and LDL increased by 8% and 7.7%, respectively, which apparently indicates a moderate activation of lipid metabolism. Sample parameters of ALT and AST increased by 31% and 39%, respectively, compared to controls. Creatinine increased by 16% and urea by 52%, while bilirubin, triglycerides, and alkaline phosphatase remained at control levels, with no significant changes in other metabolic parameters.

Table 3 – Biochemical parameters of blood plasma after administration of FD2 in the experiment

Parameters	Blood plasma		
	control	FA 1	FA 2
Albumin, g/L	23.9±0.10	25.4±0.09*	26.5±0.09*
Total protein, g/L	63.4±2.11	69.9±3.71*	70.2±3.40*
Glucose, mmol/L	12.55±0.81	15.41±0.99*	15.39±0.92*
Cholesterol, mmol/L	0.48±0.03	0.54±0.02*	0.52±0.03*
LDL cholesterol, mmol/L	0.39±0.01	0.45±0.02*	0.42±0.01*
ALT, U/L	154.7±6.17	211.3±9.21*	183.0±9.49*
AST, U/L	118.4±5.27	143.2±6.88*	134.7±5.66*
Bilirubin, μmol/L	15.3±0.41	16.5±0.66*	15.8±0.60
Creatinine, μmol/L	45.1±4.22	55.6±4.51*	52.3±4.15*
Triglycerides, mmol/L	0.84±0.03	0.88±0.04	0.83±0.03
Alkaline phosphatase,U/L	264.2±10.41	278.5±11.43	265.0±11.34
Urea, mmol/L	3.00±0.05	4.44±0.06*	4.56±0.05*
Note: significant compared with the control, -p<0.05*, -p<0.01**			

The use of FA2 caused changes in lymph biochemical parameters (Table 4). Albumin increased by 15.8%, total protein by 16.3%, which is associated with an increase in protein metabolism. Glucose significantly increased by 26.1%, and cholesterol levels increased by 5.1%,

indicating activation of energy and lipid metabolism. Liver enzyme activity (ALT) remained virtually unchanged, while AST levels increased by 17.3%, bilirubin by 8%, creatinine by 26%, and urea by 17.9%, reflecting the response of the kidneys and nitrogen metabolism. Triglyceride levels increased by 8%, alkaline phosphatase by 9.4%, while the changes were moderate to minor.

Table 4 – Biochemical parameters of lymph after administration of FA2 in the experiment

Parameters	Lymph		
	control	FA1	FA 2
Albumin, g/L	10.1±0.07	10.7±0.11*	11.69±0.10*
Total protein, g/L	39.3 ±4.4	45.0±4.8	45.7±5.2
Glucose, mmol/L	6.35 ±0.4	7.22±0.8	8.8±0.7*
Cholesterol, mmol/L	0.39±0.02	0.40±0.03	0.41±0.03
Lipids LDL, mmol/L	0.37± 0.04	0.38±0.05	0.39±0.07
ALT, U/L	150.0 ±10.8	154.6±12.1	151.9±12.4
AST, U/L	80.0 ±11.5	120.5±8.4*	93.8±7.4
Bilirubin, μmol/L	1.50±0.04	1.65±0.05*	1.62±0.06*
Creatinine, μmol/L	42.4±3.8	55.4±5.3*	53.4±4.2*
Triglycerides, mmol/L	3.7 ±0.05	3.9±0.06	4.0±0.08
Alkaline phosphatase, U/L	180 ±17.0*	194±16.7	197±17.1*
Urea, mmol/L	3.90± 0.20	4.8±0.4	4.60±0.5*
Note: significant compared with the control, -p<0.05*, -p<0.01**			

Thus, the use of FA2 resulted in activation of protein and energy metabolism, moderate changes in lipid metabolism, and enzymatic activation of the liver, while maintaining stability of other metabolic parameters.

Our studies also examined lipid peroxidation (LPO), which reflects the metabolic and toxicological impact of the studied feed additives (Table 5). For example, dichloroacetic acid (DCA) levels increased by 1.2% in the FA1 group and by 3.7% in the FA2 group. Malondialdehyde (MDA) increased in the FA1 group and by 7.6% in the FA2 group compared to the control. This indicates significant activation of lipid peroxidation processes with FA1 feeding. Hydrogen peroxidase (HP) increased by 29.1% with FA1 feeding and by 11.6% with FA2 feeding.

Table 5 – Lipid peroxidation parameters in the blood of animals treated with FA1 and FA2

№ п/п	Groups	Parameter		
		Conjugated dienes (DC), nmol/L	Malondialdehyde (MDA), nmol/L	АКгH_2O_2/ml
1	Control (n=20)	2.44±0.03	0.131±0.01	1.99±0.03
2	FA-1 (n=22)	2.47±0.04	0.144±0.004	2.57±0.07*
3	FA-2 (n=20)	2.53±0.03	0.141±0.01	2.22±0.02
Note: * Significant differences compared with the control group (p<0.05)				

Thus, FA1 caused a more pronounced increase in lipid peroxidation than FA2, which was manifested by a significant increase in MDA and AA activity compared to the control. FA2 also activated these processes, but to a moderate degree.

The use of FA1 and FA2 had a significant effect on immunoglobulin levels in the blood and lymph of animals. IgM levels in the blood increased by 26.7% in the group of animals receiving FA1 and by 33.6% in the FA2 group, while in the lymph, their levels increased to 271.5% with FA2 and to 247.7% with FA2. IgG levels in the blood increased by 30.5% with FA1 and to 26.5% with FA2, while in the lymph, these indicators increased by 59.1% with FA1 and 28.5% with FA2. IgA

levels showed the most pronounced changes. Thus, in the blood level increased by 168.6% with feeding FA1 and by 48.4% with FA2, in the lymph this indicator increased by 129.2% with FA1 and by 62.6% with FA2 (Table 6).

Animal weight remained within normal limits throughout the study. At baseline, the average weight was 277±17 g and increased to 281±19 g after 30 days. After feeding FA1, animal weight was 273±18 g and reached 295±19 g after 30 days. With FA2, a more pronounced increase in body weight was observed: the average weight was 276±16 g at baseline and increased to 303±18 g after 30 days. These results indicate good tolerability of FA2 and its effectiveness in supporting normal animal growth, with significant weight gain over the 30-day feeding period.

Use of Intraruminal Boluses to Monitor the Physiological State of Cattle.

To assess the effect of the feed additive on the functional state of the animals, continuous physiological monitoring was used in addition to laboratory analyses.

Table 6 – Blood and lymph immunoglobulins after FA-1 и FA-2 administration

	Parameters	Control group	FA 1	FA 2
IgM, ng/mL	blood	125.85±0.67	139.5±7.25*	142.4±8.11*
	lymph	44.75±3.84	66.3±4.23*	61.5±3.02*
IgG, ng/mL	blood	212.35±9.44	247.20±9.71*	251.8±8.99*
	lymph	144.14±10.65	169.53±12.05*	171.3±11.75*
IgA, ng/mL	blood	66.55±7.09	78.73±6.25*	84.8±5.84*
	lymph	76.55±8.64	91.34±7.11*	89.42±9.21*
Note: *Significant differences compared with the control group ($p<0.01$)				

Electronic intraruminal boluses were placed in the rumen of selected animals from both the control and experimental groups. The boluses automatically recorded the main physiological parameters. The data were transmitted through a receiving device to a computer, allowing continuous monitoring throughout the observation period.

The boluses were used to monitor changes in rumen temperature, pH, and animal activity at different times of the day. The data showed clear daily changes in these parameters. At night, animal activity decreased, while rumen pH increased slightly and rumen temperature gradually decreased. After feeding and when the animals went to pasture, their activity increased markedly. Rumen pH remained within the normal physiological range, while rumen temperature gradually increased as digestive activity increased.

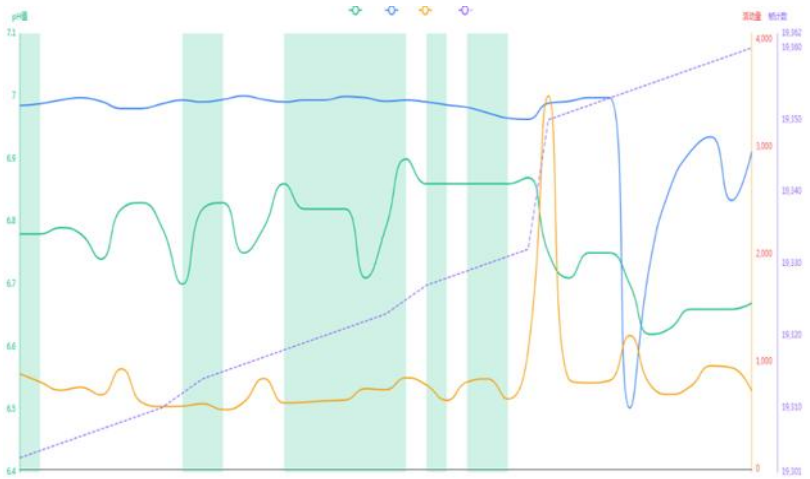


Figure 1 – Physiological and behavioral parameters of cattle in the control group: green line – pH; blue line – temperature; yellow line – locomotor activity

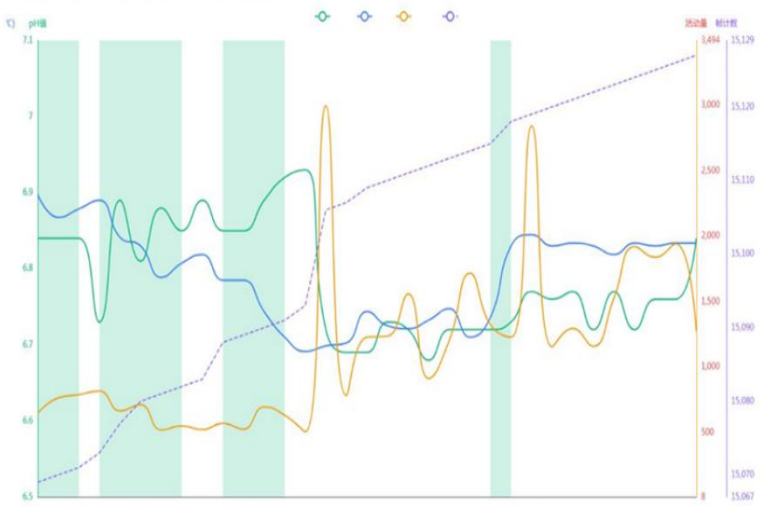


Figure 2 – Physiological and behavioral parameters of cattle receiving FA-2: green line – pH; blue line – temperature; yellow line – locomotor activity

Analysis of the continuous monitoring data showed that the use of the FA2 feed additive did not cause any changes indicating disturbances in rumen function. Animals in the experimental group showed increased locomotor activity, while rumen temperature and pH remained within the normal physiological range. These findings indicate good tolerance of the feed additive, no adverse effects on rumen digestion, and its potential for safe use in cattle diets.

Table 7 – Blood immunological parameters in cows

Parametrs	Control	Parametrs after FA2 administration
IgM, ng/ml	125.85	159.50
IgG, ng/ml	212.35	277.20
IgA, ng/ml	66.55	178.83

Evaluation of the immune status showed a positive change in humoral immunity after the use of the additive FA2 feed. The levels of IgM, IgG, and IgA increased, indicating activation of the body's protective mechanisms and improved immune response. The most noticeable changes were observed for IgA, which plays an important role in the local immune protection of mucous membranes. These results suggest that FA2 may have an immunomodulatory effect and contribute to increased natural resistance in cattle.

Thus, the use of FA1 and FA2 feed additives activated humoral immunity, with FA1 causing a more pronounced increase in lymph and blood immunity, indicating significant stimulation of the immune response. The use of FA1 and FA2 had a significant effect on hematological, biochemical, and immunological parameters, as well as on lipid peroxidation processes in laboratory animals. The observed increase in lymphocyte counts by 10–25% indicates activation of the immune system, which is likely due to the immunomodulatory effect of the drugs and stimulation of lymphocyte proliferation [11]. These data confirm the role of FA1 and FA2 in enhancing the cellular component of immunity, which may be particularly important for enhancing the body's defenses under experimental conditions.

An increase in albumin, total protein, and glucose by 10–26% reflects activation of protein-energy metabolism, which may indicate increased metabolic activity and readiness to adapt to the action of the test substances. An increase in liver enzymes (ALT, AST) indicates a moderate load on hepatocytes; however, the stability of bilirubin and alkaline phosphatase indicates the maintenance of liver function [12]. Concurrently, the increase in creatinine and urea reflects the activation of nitrogen metabolism and the kidneys' adaptive response to increased metabolic load, which is consistent with data on renal physiology and protein metabolism [13].

Lipid peroxidation parameters (MDA and hydrogen peroxidase activity) indicate that FA1 induces a more pronounced activation of these processes than FA2. Moderate activation of lipid peroxidation can be considered an adaptive response to biologically active substances, as it is accompanied by mobilization of the antioxidant system and enhanced detoxification mechanisms [14,15,16]. FA2, on the other hand, induces less pronounced changes, indicating a milder effect on the body's redox balance and a reduced potential load on antioxidant systems.

Changes in IgM, IgG, and IgA immunoglobulin levels in the blood and lymph indicate that both drugs activate humoral immunity. A particularly noticeable increase in IgM in the lymph (up to 271% with FA1) indicates stimulation of the primary immune response, while the increase in IgG reflects an enhanced secondary immune response. The increase in IgA indicates enhanced barrier protection of the mucous membranes, consistent with the mechanisms of humoral immunity described in classical literature [17]. These data highlight the ability of FA1 and FA2 to improve the body's immunological readiness and enhance resistance to potential pathogens.

Thus, FA1 has a more pronounced effect on immune and antioxidant systems, as well as metabolic processes, while FA2 causes moderate but significant changes without compromising the functional stability of the liver and kidneys. The obtained data demonstrate that both drugs are capable of stimulating immunity and metabolism, with FA2 being preferable when a mild modulating effect is desired. These results have practical implications for the development of dietary supplements and the evaluation of their safety in experimental models.

Conclusion. Feeding rats the bentonite- and chlorella-based additives FA1 and FA2 for 21 days produced no signs of toxicity: haematological parameters remained within physiological limits, bilirubin and alkaline phosphatase were unchanged, and body weight increased in all groups, most in the FA2 group. Both additives activated protein and energy metabolism, as shown by higher albumin, total protein and glucose, and both increased IgM, IgG and IgA in blood and lymph, with the largest change in lymph IgM. Lipid peroxidation products rose only slightly while catalase activity increased, indicating that the antioxidant system was mobilised rather than overwhelmed; this response was stronger with FA1 than with FA2. In cattle, FA2 did not alter rumen pH or temperature over the monitoring period and was well tolerated. FA2 therefore combines a moderate metabolic effect with a clear immunomodulatory one, and merits evaluation in longer production trials with farm animals.

Financing. This research has been funded by the Committee of Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No BR24993004 «Development of innovative methods to increase the productivity of liverstock animals using physiological and genetic approaches») (for 2024-2026).

References

[1] **Hashemi, S. R.,** & Davoodi H. Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. Veterinary research communications, 2011, 35(3), 169–180. https://doi.org/10.1007/s11259-010-9458-2

[2] **Windisch, W.,** Schedle K., Plitzner C., Kroismayr A. Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. Journal of animal science, 2008. 86(14 Suppl), E140–E148. https://doi.org/10.2527/jas.2007-0459

[3] **Saadaoui, I.,** Rasheed R., Aguilar A., Cherif M., Al Jabri H., Sayadi S., Manning S.R. Microalgal-based feed: promising alternative feedstocks for livestock and poultry production. Journal of animal science and biotechnology, 2021. 12(1), 76. https://doi.org/10.1186/s40104-021-00593-z

[4] **Gouveia L**, Batista AP, Miranda A, Empis J, Raymundo A. Chlorella vulgaris biomass used as colouring source in traditional butter cookies. Innov Food Sci Emerg Technol. 2007;8(3):433–436. https://doi.org/ 10.1016/j.ifset.2007.03.026

[5] **Abdel-Wahhab MA,** Aly SE. Antioxidant property of bentonite in aflatoxin-contaminated diet. J Appl Toxicol. 2003;23(6):395–401. https://doi.org/10.1002/(sici)1099-1263(199905/06)19:3<199::aid-jat558>3.0.co;2-d

[6] **Panahi, Y.,** Darvishi B., Jowzi N., Beiraghdar F., Sahebkar A. Chlorella vulgaris: A Multifunctional Dietary Supplement with Diverse Medicinal Properties. Current pharmaceutical design,

2016. 22(2), 164–173. https://doi.org/10.2174/1381612822666151112145226

[7] **Niccolai A,** Zittelli GC, Rodolfi L, Biondi N, Tredici MR. Microalgae of interest as food source: biochemical composition and digestibility. Algal Res. 2019; 42:101617. https://doi.org/10.1016/j.algal.2019.101617

[8] **Rayman,** Margaret P. "Selenium and human health." Lancet (London, England) vol. 379,9822 (2012): 1256–68. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)61452-9

[9] **Zimmermann,** Michael B, and Kristien Boelaert. "Iodine deficiency and thyroid disorders." The lancet. Diabetes & endocrinology vol. 3,4 (2015): 286–95. https://doi.org/10.1016/S2213-8587(14)70225-6

[10] **Rockson SG.** The lymphatics and the inflammatory response: lessons learned from human lymphedema. Lymphat Res Biol. 2013 Sep;11(3):117-20. https://doi.org/10.1089/lrb.2013.1132

[11] **Janeway, C A Jr**. "How the immune system protects the host from infection." Microbes and infection vol. 3,13 (2001): 1167–71. https://doi.org/10.1016/s1286-4579(01)01477-0

[12**] Guyton A.C**., Hall J.E. Textbook of Medical Physiology (14th ed.). Elsevier. 2021

[13] **Halliwell, Barry**, and John M. C. Gutteridge, Free Radicals in Biology and Medicine, 5th edn (Oxford, 2015; online edn, Oxford Academic, 22 Oct. 2015), https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198717478.001.0001

[14] **Sies, H.** "Oxidative stress: oxidants and antioxidants." Experimental physiology vol. 82,2 (1997): 291–5. https://doi.org/10.1113/expphysiol. 1997.sp004024

[15] **Fridovich, I.** "The trail to superoxide dismutase." Protein science: a publication of the Protein Society vol. 7,12 (1998): 2688–90. https://doi.org/10.1002/pro.5560071225

[16] **Ayala, A.,** Muñoz M.F., Argüelles S. Lipid peroxidation: production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. Oxidative medicine and cellular longevity, 2014, 360438. https://doi.org/10.1155/2014/360438

[17] **Abbas A.K.,** Lichtman A.H. (2021). Basic immunology: Function and Disorders of the immune system (16th ed.). Elsevier. 101312426[nlmid]

ЖАҢА ТАБИҒИ КЕШЕНДІ ЖЕМДІК ҚОСПАНЫҢ ИММУНОМОДУЛЯЦИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІН ТӘЖІРИБЕЛІК БАҒАЛАУ

Қойбасова Л.Ұ., биология ғылымдарының кандидаты, қаумдастырылған профессор
Демченко Г.А., медицина ғылымдарының докторы, профессор
Макашев Е.К., биология ғылымдарының докторы, профессор
Абдрешов С.Н., биология ғылымдарының кандидаты, профессор
Мусаева А.С., биология ғылымдарының кандидаты, қаумдастырылған профессор
Есенова М.А., PhD, аға ғылыми қызметкер

ҚР ҒЖБМ ҒК Генетика және физиология институты, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Бұл мақалада бентонит, хлорелла, калий йодиді және селенді қамтитын жаңа табиғи кешенді жемдік қоспаның иммуномодуляциялық және метаболикалық әсерлерін тәжірибелік бағалау ұсынылған. Зерттеудің мақсаты – қоспаның лимфа айналымына, гемодинамикаға, қанның негізгі биохимиялық көрсеткіштеріне және гуморалдық иммунитетке әсерін бақыланатын эксперименттік жағдайда анықтау.

Нәтижелер көрсеткендей, 21 күндік қоспаны қолдану лимфа жүйесінің функционалды жағдайын айтарлықтай жақсартуға, лимфа ағымын арттыруға және тамырлық параметрлерді тұрақтандыруға ықпал етті. Қанның бірнеше биохимиялық көрсеткіштерін маңызды түрде қалыпқа келтіру байқалды, бұл ақуыз және липид метаболизмінің жақсарғанын көрсетеді. Сонымен қатар, липидтердің пероксидтік тотығу қарқыны айтарлықтай төмендеп, антиоксиданттық жүйенің белсенділігін білдірді. Қан мен лимфада IgM, IgG және IgA иммуноглобулиндерінің деңгейінің артуы гуморалдық иммундық жүйенің ынталандырылуын растайды.

Бұл нәтижелер қоспаның кешенді метаболикалық, антиоксиданттық және иммуномодуляциялық қасиеттерін көрсетіп, оны жануарлардың жалпы физиологиялық және иммундық жағдайын жақсартуға арналған функционалды жемдік қоспа ретінде қолдану әлеуетін дәлелдейді. Зерттеу табиғи қосылыстарды жемдік қоспаларда пайдалану арқылы жануарлардың денсаулығын оңтайландыру, гомеостазды қолдау және өнімділік пен ауруларға төзімділікті арттыру мүмкіндіктерін түсінуге үлес қосады.

Тірек сөздер: жемдік қоспа, мал азығы, лимфа, қан, гуморалдық иммунитет, иммуномодуляциялық әсер.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИММУНОМОДУЛИРУЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ НОВОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Койбасова Л.У., кандидат биологических наук, ассоциированный профессор
Демченко Г.А., доктор медицинских наук, профессор
Макашев Е.К., доктор биологических наук, профессор
Абдрешов С.Н., кандидат биологических наук, профессор
Мусаева А.С., кандидат биологических наук, ассоциированный профессор
Есенова М.А., PhD, старший научный сотрудник

Институт генетики и физиологии КН МНВО РК, Алматы, Казахстан

Аннотация. В исследовании изучали действие новой комплексной кормовой добавки, состоящей из бентонита, хлореллы, йодида калия и селена. Оценивали ее влияние на лимфоток, гемодинамику, биохимические показатели крови и показатели гуморального иммунитета у крыс и сельскохозяйственных животных в условиях эксперимента.

После 21 дня применения добавки у животных отмечалось увеличение лимфотока и улучшение показателей работы сосудов. Изменения биохимических показателей крови указывали на улучшение белкового и липидного обмена. При этом уровень перекисного окисления липидов снижался, что может свидетельствовать об усилении антиоксидантной защиты организма. В крови и лимфе также отмечалось повышение содержания иммуноглобулинов IgM, IgG и IgA.

Полученные результаты показывают, что добавка положительно влияет на обмен веществ, антиоксидантную защиту и иммунные показатели животных. Она может быть использована как дополнительный компонент рациона для поддержания нормального физиологического состояния и иммунной защиты. Полученные данные также показывают перспективность использования природных компонентов в составе кормовых добавок для поддержания здоровья животных и их устойчивости к неблагоприятным факторам.

Ключевые слова: кормовая добавка, питание животных, лимфа, кровь, гуморальный иммунитет, иммуномодулирующий эффект.

IRSTI 68.39.49 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.376

MILK PRODUCTIVITY OF MARES OF THE ADAY BREED AND LOCAL KAZAKH HORSES

Kargaeva M.T.[1], junior research fellow
kargaevamakpal388@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-7955-6340
Dzhunisov A.[1], Candidate of Agricultural Sciences, Professor
askardzunisov@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-7791-3399
Kudiyarov R.I.[2], PhD, Associate Professor
kri_2030@mail.ru , https://orcid.org/0000-0002-4973-2371
Zhumagaliyeva G.M.[1*] PhD
zhumagalieva.g@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-8747-6850

[1]*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan*
[2]*Kyzylorda Open University, Kyzylorda, Kazakhstan*

Annotation. Productive horse breeding has always been in high demand across all regions of Kazakhstan. Dairy horse breeding is considered a traditional branch of productive livestock farming.

The aim of this study was to determine the milk production performance and chemical composition of milk from local Kazakh mares and mares of the Aday breed.

The study established that the mares used in the experiment were representative of their respective breeds. Local Kazakh mares had a slightly lower height at the withers (135.5 cm) than Aday mares (139.2 cm), but had a more elongated body (145.7 cm), a larger chest girth (169.9 cm), and a slightly higher live body weight (385.2 kg) compared with Aday mares. Aday mares were characterized by a riding-horse type of conformation, whereas local Kazakh horses tended toward a meat-and-dairy type. Nevertheless, Aday horses can also be successfully used for productive purposes.

It was established that over 105 days of lactation, the milk yield of local Kazakh mares amounted to 1,617.0 L, compared with 1,413.0 L in Aday mares, while the marketable milk yield was 674.1 and 590.1 L, respectively. Thus, the milk yield of local Kazakh mares exceeded that of Aday mares by 14.2%, or 84.0 L. The milk production index, calculated per 100 kg of live body weight, was also higher in local Kazakh mares, reaching 420 kg.

The uniformity of milk secretion in mares of both groups was assessed based on average daily milk yields. The highest average daily milk yields were recorded during the second month of lactation, ranging from 13.78 to 15.65 L, and during the third month, ranging from 14.42 to 17.30 L. By the fifth and final month of lactation, the average daily milk yield decreased to 10.16–10.52 L. These findings indicate that the lactation curves of mares in both groups were relatively uniform, with a gradual decline in milk yield over the course of lactation.

Thus, under the conditions of seasonal milking at Taushyk LLP, the use of local Kazakh mares with a meat-and-dairy production type, rather than Aday horses of a riding type, makes it possible to substantially increase the milk production performance of dairy mares.

Keywords: dairy horse breeding, milk yield, marketable milk yield, lactation, local Kazakh breed, Adai horse breed.

Introduction. Horse breeding is a branch of animal husbandry concerned with the breeding and utilization of horses. Its main production areas include herd-based meat production and dairy production, particularly in regions where cattle farming is economically unprofitable.

The study of economically valuable traits of local Kazakh horses and their crossbreeds, as well as the development of effective technologies for producing mare's milk under herd management and winter grazing conditions, is of considerable scientific and practical importance [1].

Cattle, sheep, and pig production requires substantial capital and operating expenditures for production facilities, mechanization, energy, and the production and purchase of roughage and concentrated feeds. Herd-based meat production and dairy horse breeding require considerably lower expenditures of this kind and rely predominantly on local feed resources, including natural pastures and hayfields. In addition, certain lands of limited agricultural value can be used for herd

grazing, including taiga river valleys, burned forest areas, sparse woodlands, tussock wetlands, and other marginal lands. This provides opportunities for developing meat and dairy horse breeding without adversely affecting other livestock production sectors [2]..

Mare's milk is considered a dietary food and is suitable for children and people with certain allergies. It has high nutritional and biological value due to its relatively high content of whey proteins and lactose. Numerous studies have shown that mare's milk contains high concentrations of vitamins and can therefore be considered a natural multivitamin product [3]. The vitamin content of mare's milk is generally highest during the summer months due to the increased vitamin content of pasture feed. Mare's milk contains essential amino acids and vitamins, particularly ascorbic acid and B-group vitamins. Its relatively high content of polyunsaturated fatty acids may contribute to inhibiting the development of tuberculosis bacteria [4].

Mare's milk is a white liquid with a slightly bluish tint and a mildly tart taste. It consists primarily of water and dissolved nutrients and biologically active compounds, including proteins, fats, carbohydrates, minerals, enzymes, vitamins, hormones, immune bodies, pigments, and gases [5.

It should be noted that Kazakh horses, like many other indigenous breeds, enter the winter period with substantial fat reserves. Together with their abundant soft hair and undercoat, these reserves provide effective thermal insulation and serve as an important energy reserve that is used economically during critical periods of winter grazing. Horses rapidly regain the body condition lost during winter in spring [6].

According to numerous researchers, the milk production of mares depends on breed, age, foaling date, milking period, season, type of feed, feeding technology, and housing and management conditions. Many researchers have emphasized the need for a detailed assessment of mare's milk production to obtain a more comprehensive understanding of the nutritional and therapeutic properties of *koumiss* [7].

The results of several studies indicate that relatively small-sized, broad-bodied, and low-set mares tend to have higher milk production. Horses with long legs, shortened and relatively flat bodies are generally characterized by lower milk production [8].

Materials and Methods. The study was conducted from 2018 to 2022 in the Republic of Kazakhstan. The research was carried out at Taushyk LLP, located in Tupkaragan District, Mangystau Region. The study subjects were local Kazakh horses and Aday horses. Since all experimental studies were conducted in the Republic of Kazakhstan, the official instructions and methodological guidelines for the evaluation and bonitation of local horse breeds were used.

The marketable milk yield of mares during lactation was determined using control milking conducted once a month on two consecutive days [9].

The milk production of mares should be assessed based on total milk yield, calculated as the sum of the marketable milk obtained during milking and the amount of milk consumed by the foal through suckling. Total milk production reflects the physiological productive potential of an animal and depends primarily on genotypic factors such as breed, individual characteristics, and others. Marketable milk production, in contrast, depends not only on genotypic factors but also on phenotypic factors, including milking technology, milking schedule, and milking frequency.

An important task for horse-breeding farms specializing in dairy or dairy-and-meat production is to optimize labor organization and production processes by combining *koumiss* production with the rearing of healthy and productive young stock. Such an approach makes it possible to replenish the herd with young, high-yielding mares while ensuring satisfactory weight gains in foals [10].

Results and discussion. The local Kazakh horse and the Aday breed are considered dual-purpose horse breeds and are used for both sporting and productive purposes. The local Kazakh horse is generally classified as a meat-and-dairy type. A common characteristic of both is their high adaptability to local environmental conditions and their ability to be maintained year-round on pasture. An important factor that has a significant effect on the milk production of mares is the development and shape of the udder, as well as teat length.

Table 1 – Body Measurements and Live Weight of Lactating Aday and Local Kazakh Mares

Indicators	Height at withers	Oblique body length	Girth		Live body weight, kg
			Chest	Cannon bone	
Aday breed (n = 15)					
X ± m x	139.2 ± 0.50	141.3 ± 0.53	165.8 ±0.61	17.5 ± 0.18	371.4 ± 4.21
Lim	137 - 141	139 – 143	164 - 167	16.5 – 18.0	360 - 400
σ	5.16	5.60	5.96	0.72	15.57
C V	3.71	3.96	3.59	4.11	4.19
Local Kazakh (n = 15)					
X ± m x	138.5 ± 0.48	145.7 ±0.56	169.6 ±0.67	18.0 ±0.19	385.2 ±3.79
Lim	136 - 140	140 - 147	165 - 171	16.5 – 19.0	379 - 410
σ	5.28	5.95	6.11	0.83	16.87
C V	381	4.08	3.60	4.61	4.38

The data presented in Table 1 show that the mares used in the experiment were representative of their respective breeds. Although the local Kazakh mares had a slightly lower height at the withers (135.5 cm) than the Aday mares (139.2 cm), they had a more elongated body (145.7 cm), a larger chest girth (169.9 cm), and a slightly higher live body weight (385.2 kg) compared with the Aday mares. The Aday mares were characterized by a riding-horse type of conformation, whereas the local Kazakh mares tended toward a meat-and-dairy type. Nevertheless, Aday horses can also be successfully used as productive animals. Our studies showed that the mares of the two breeds differed in milk production. Under pasture-based management conditions, local Kazakh mares demonstrated higher milk production than Aday mares [11].

Table 2 – Milk Production of Aday and Local Kazakh Mares, L (n = 15)

Live weight of mares, kg	Actual milk yield		Milk production index		100 kg live weight
	Per day	Per 105 days of lactation	per day	per 105 days of lactation	
Aday breed					
371.6 ± 4.21	5.61 ± 0.14	590.1 ± 4.52	13.42 ± 0.42	1413.3 ± 28.3	380
Local Kazakh					
385.2 ±3.79	6.42 ± 0.15	674.1 ± 3.97	15.40 ± 0.35	1617.0 ± 25.7	420

The data presented in Table 2 show that over the 105-day lactation period, the total milk production of local Kazakh mares amounted to 1,617.0 L, compared with 1,413.0 L in Aday mares, while the marketable milk yield was 674.1 and 590.1 L, respectively. Thus, the milk yield of local Kazakh mares was 14.2% higher, or 84.0 L greater, than that of Aday mares. The milk production index, calculated per 100 kg of live body weight, was also higher in local Kazakh mares, reaching 420 kg.

Milk production in mares of both groups varied considerably throughout the 105-day lactation period (Table 3).

Table 3 – Changes in Mare Milk Production by Month of Lactation, L

Milk yield	Month lactation			
	May II	June III	July IV	August V
	Aday breed			
per day	13.78 ± 0.26	14.42 ± 0.28	13.60 ± 0.31	10.16 ± 0.28
per month	427.18 ± 5.74	432.50 ± 4.93	421.53 ± 5.01	132.12 ± 3.39
	Local Kazakh			
per day	15.65 ± 0.29	17.30 ± 0.25	15.36 ± 0.27	10.52 ± 0.23
per month	485.10 ± 4.08	518.95 ± 3.96	476.16 ± 4.86	136.79 ± 3.12

It was established that the mares demonstrated higher milk production during the second and third months of lactation, after which milk yield gradually decreased, with a more pronounced decline toward the end of lactation. During the second month of lactation, milk production in the two groups of mares amounted to 427.18 and 485.10 L, respectively; during the third month, it was 432.50 and 518.95 L; during the fourth month, 421.53 and 476.16 L; and during the fifth month, 132.12 and 136.79 L. These findings are consistent with those reported by other researchers, who have indicated that mares produce the highest quantities of milk during the second and third months of lactation. With the onset of pregnancy, milk yield decreases, particularly during the second half of gestation. The uniformity of milk secretion in mares of both groups can be assessed based on their average daily milk yields. Thus, the highest average daily milk yields during the second month of lactation ranged from 13.78 to 15.65 L, while during the third month they ranged from 14.42 to 17.30 L. By the fifth and final month of lactation, the average daily milk yield decreased to 10.16–10.52 L. These data indicate that the lactation curves of the mares in both groups were relatively uniform, with a gradual downward trend in milk yield.

Thus, under the conditions of seasonal milking at Taushyk LLP, the use of local Kazakh mares of the meat-and-dairy production type, rather than Aday horses of the riding type, can substantially increase the milk production of lactating mares.

Mare's milk from both the Aday and local Kazakh breeds had a homogeneous consistency, without sediment or flakes, and a clean, slightly sweet taste, with no foreign flavors or odors atypical of fresh natural milk. The milk was white with a bluish tint. It was established that the organoleptic characteristics of the milk from mares of both breeds complied with the requirements of GOST R 52973–2008 “Raw Mare's Milk. Specifications.” No significant differences were found between the breeds in terms of organoleptic characteristics [12].

The study of the physicochemical characteristics of mare's milk under herd-based horse-breeding conditions is of considerable importance. Natural grazing on rotational pastures with diverse vegetation contributed to an improvement in the physicochemical composition of the milk.

Determination of the mass fractions of milk protein, milk fat, and lactose is an important component of the study.мThe mass fraction of milk fat showed considerable variability. The studies conducted demonstrated variation in the mass fraction of milk fat depending on the season of the year [13].

Table 4 – Milk Fat Content in the Experimental Mares, %

Lactation month	Breed			
	Local Kazakh		Aday	
	$X \pm m_x$	C_V %	$X \pm m_x$	C_V %
1	**2**	**3**	**4**	**5**
II	1.27 ± 0.04	1.14	1.25 ± 0.03	7.2
1	**2**	**3**	**4**	**5**
III	1.35±0.03	12.7	1.29 ± 0.03	9.5
IV	1.14±0.04	7.1	1.34 ± 0.04	9.9
V	1.64±0.03	7.9	1.58 ± 0.04	8.1

It was established that by the end of the lactation period, the milk fat content increased significantly. This pattern was associated with a substantial decrease in milk yield.

During the second month of lactation, Aday mares had a 0.02% lower milk fat content than their local Kazakh counterparts; during the third month, the difference was 0.06%, and during the fourth and fifth months, it was 0.07%. Thus, the increase in milk fat content from the second to the fifth month of lactation amounted to 0.37% in local Kazakh mares and 0.33% in Aday mares.

In local Kazakh mares, the coefficient of variation (CV) of milk fat content across the months of lactation ranged from 7.1 to 12.7%, whereas in Aday mares it was somewhat lower, ranging from 8.1 to 9.9%.

Table 5 – Lactation Performance, kg

Lactation month	Breed			
	Local Kazakh		Aday	
	$X \pm m_x$	C_V %	$X \pm m_x$	C_V %
II	12.84 ± 0.17	4.19	13.45 ± 0.35	8.24
III	10.70 ± 0.27	7.87	11.23 ± 0.17	4.77
IV	10.10 ± 0.14	4.29	10.61±0.22	6.65
V	7.31 ± 0.15	6.48	7.72 ± 0.16	6.61
Content of mass fraction of lactose in mares' milk, %				
Lactation month	Breed horses			
	Local Kazakh		Aday	
	$X \pm m_x$	C_V %	$X \pm m_x$	C_V %
II	6.02 ± 0.05	2.48	6.15 ± 0.05	2.37
III	6.13 ± 0.05	2.80	6.21 ± 0.04	2.05
IV	6.24 ± 0.06	2.82	6.37±0.03	1.60
V	5.96 ± 0.06	3.27	6.08 ± 0.06	3.20
Dry matter content in mares' milk, %				
Lactation month	Breed			
	Local Kazakh		Aday	
	$X \pm m_x$	C_V %	$X \pm m_x$	C_V %
II	10.22 ± 0.10	3.16	10.24 ± 0.09	2.80
III	10.36 ± 0.11	3.23	10.37 ± 0.09	2.89
IV	10.38 ± 0.07	1.99	10.41 ± 0.10	3.05
V	10.68 ± 0.07	2.20	10.76 ± 0.06	1.84
SNF content in milk				
Lactation month	Breed			
	Local Kazakh		Aday	
	$X \pm m_x$	C_V %	$X \pm m_x$	C_V %
II	8.95 ± 0.08	2.85	8.96 ± 0.07	2.32
III	8.97 ± 0.08	2.96	8.97 ± 0.06	2.29
IV	8.94 ± 0.05	1.78	8.96 ± 0.07	2.40
V	8.98 ± 0.05	1.84	9.00 ± 0.06	2.02

Milk protein content also changed considerably throughout the lactation period. The highest protein content was recorded during the summer months, while the lowest was observed in autumn. In our opinion, this may be associated with feeding factors, particularly the decrease in the overall nutritional value of pasture vegetation, as well as the onset of a new pregnancy and the active fattening of animals during the autumn period. According to the study results, the decrease in milk protein content from the second to the fifth month of lactation amounted to 0.19% in local Kazakh mares and 0.09% in Aday mares. Higher coefficients of variation (CV) for protein content were observed in Aday mares, ranging from 7.25 to 8.60%, whereas in local Kazakh mares these values ranged from 6.42 to 7.78%.

When studying the productive traits of mares of different breeds, an important parameter is the lactation performance index**,** which reflects the total amount of milk fat and protein in milk.

Calculation of the lactation performance index showed that this value was higher in Aday mares. Their advantage over local Kazakh mares amounted to 0.61 kg in the second month of lactation, 0.53 kg in the third month, 0.51 kg in the fourth month, and 0.41 kg in the fifth month.

The coefficient of variation was also higher in Aday mares, ranging from 4.77 to 8.24% across the months of lactation, compared with 4.22–7.87% in local Kazakh mares.

Lactose is known to be one of the most important components of mare's milk used in the production of *koumiss*. The obtained data indicate a relatively high lactose content in the milk of mares from both groups.

A characteristic pattern was observed in the monthly dynamics of milk sugar content. From the beginning of lactation, an increase in the lactose content of milk was observed in animals of both groups, with the maximum value recorded in the fourth month of lactation. The increase from the second to the fourth month of lactation amounted to 0.22%. From the fourth month until the end of the study, lactose concentration decreased, with the decrease amounting to 0.28% in local Kazakh mares and 0.29% in Aday mares.

Local Kazakh mares had lower lactose content than Aday mares during the second to fourth months of lactation, with differences of 0.13%, 0.08%, and 0.12% during the respective lactation periods. However, the coefficient of variation (CV) was higher in the milk of local Kazakh mares, ranging from 2.48 to 3.27% across the months of lactation, whereas in Aday mares it ranged from 2.05 to 3.20%.

Total solids are an important indicator in determining the lactation value of milk. Analysis of the seasonal dynamics of total solids content demonstrated a gradual increase up to the fifth month of lactation. The maximum total solids content in both groups of mares was recorded in the fifth month of lactation, amounting to 10.68–10.76%. Compared with the second month of lactation, the difference was 0.46 and 0.52%, respectively. Total solids content is an important indicator for characterizing the nutritional value and authenticity of milk and for assessing the productive qualities of animals [14]. While milk fat content in mare's milk is subject to substantial changes under the influence of various factors, the content of solids-not-fat (SNF) varies within a relatively narrow range. The results of our study regarding SNF content in the milk of mares from both groups are presented in the corresponding table. The data show that no significant differences in SNF content were established between the two groups, although a slight advantage was observed in the milk of Aday mares. The SNF content in the milk of both groups ranged from 8.95 to 9.00%.

Analysis of the monthly changes in SNF content showed a tendency toward a decrease up to the fourth month of lactation in both groups, followed by a slight increase in SNF content during the fifth month [15]. In all cases, the coefficient of variation (CV) during the individual months was higher than at the end of lactation, when it ranged from 1.84 to 2.02%. It is known that the biological efficiency of mares (BEM) depends on total solids content, whereas the biological value coefficient (BVC) depends on the solids-not-fat content (Table 6).

Table 6 – Biological Efficiency of Mares and Biological Value Coefficient

Lactation month	Breed			
	Local Kazakh		Aday	
	$X \pm m_x$	$C_{V\,\%}$	$X \pm m_x$	C_V %
BEM	41.91 ± 0.75	5.66	42.37 ± 0.57	4.25
BVC	35.66 ± 0.63	5.56	35.96 ± 0.50	4.43

t was noted that Aday mares had higher yields of total solids and solids-not-fat (SNF) per 1 kg of live body weight. This can be explained by their higher total milk yield over the lactation period and the higher content of milk components. Thus, mares of the Mangystau type were inferior to Aday mares by 0.46% in biological efficiency and by 0.3% in the biological value coefficient.

An important technological indicator of the suitability of milk for further processing is acidity, which depends on the content of proteins, acid salts, and gases in milk. According to the requirements of GOST R 52973–2008 “Raw Mare's Milk. Specifications,” the acidity of raw milk intended for koumiss production should not exceed 6.00°T. During the lactation period, a tendency toward a decrease in milk acidity was observed in both groups of animals. No significant differences between the groups were found for this parameter (Table 7).

Mare's milk intended for processing into *koumiss* should meet the density requirements specified by the МРТУ standard, which is 29–33°A. This physical parameter is determined by the chemical composition of milk and reflects the specific ratio of its components. An increase in the solids-not-fat (SNF) content leads to an increase in milk density, whereas an increase in milk fat

content, conversely, reduces its density. However, as a rule, a positive relationship exists between fat and other milk components; therefore, an increase in milk density is generally associated with improved milk quality.

Table 7 – Milk Acidity by Season of the Year, °T

Lactation month	Breed			
	Local Kazakh		Aday	
	$X \pm m_x$	$C_{V\,\%}$	$X \pm m_x$	C_V %
Summer	6.0 ± 0.20	10.64	6.1 ± 0.19	9.86
Autumn	5.5 ± 0.16	9.02	5.6 ± 0.16	9.13

The density of mare's milk from both groups was measured throughout the lactation period.

It was established that the milk density of mares from both groups complied with the standard adopted in the Republic of Kazakhstan for milk intended for *koumiss* processing, namely 29–33°A. Throughout the entire lactation period, milk from local Kazakh mares had a slightly higher density (31.36–32.88°A) than that of Aday mares (31.29–32.60°A). At the same time, the milk of mares from both groups differed only slightly in density, which ranged from 31.29 to 32.88°Athroughout lactation.

Discussion. Under the conditions of seasonal milking at Taushyk LLP, the selection of local Kazakh mares of the meat-and-dairy production type, rather than Aday horses of the riding type, can substantially increase the milk production of lactating mares. These findings are consistent with the conclusions of a number of other researchers who consider the second and third months of lactation to be the period of maximum milk production in mares. With the onset of pregnancy, milk yield decreases, particularly during the second half of gestation.

The uniformity of milk secretion in mares of both groups can be assessed based on their average daily milk yields. Thus, the highest average daily milk yields during the second month of lactation ranged from 13.78 to 15.65 L, during the third month from 14.42 to 17.30 L, and during the fifth and final month of lactation from 10.16 to 10.52 L. These findings indicate that the lactation curves of mares in both groups were relatively uniform, with a gradual downward trend in milk yield.

Conclusions.

1.Under the conditions of the seasonal koumiss farm at Taushyk LLP, the milk production of mares of the local Kazakh and Aday breeds differed. Local Kazakh mares demonstrated higher milk production (1,617.0 L) compared with Aday mares (1,413.0 L). The milk production index was also higher in local Kazakh mares (420 kg) than in Aday mares (380 kg).

2.During the 105-day lactation period, mares of both groups demonstrated the highest productivity during the second and third months of lactation, after which milk yield gradually decreased, with a more pronounced decline toward the end of lactation. During the second month of lactation, milk production amounted to 427.18 and 485.10 L, during the third month to 432.50 and 518.95 L, during the fourth month to 421.53 and 476.16 L, and during the fifth month to only 132.12 and 136.79 L, respectively.

3.In terms of milk fat, protein, and solids-not-fat (SNF) content over the 105-day lactation period, local Kazakh mares differed from Aday mares. The difference in milk fat content between the two groups was approximately 0.8% in favor of local Kazakh mares.

4.The breeding of local Kazakh and Aday horses under year-round pasture-based management provides an opportunity to increase the efficiency of horse-meat production and achieve profitability levels of 74.4–70.1%.

5.Under the conditions of seasonal *koumiss* production at Taushyk LLP, 590 L of milk was obtained from local Kazakh mares and 674 L from Aday mares over the 105-day lactation period. The production cost of 1 L of *koumiss* amounted to 395 and 385 KZT, respectively, while net profit was 55 and 65 KZT per liter, with profitability reaching 13.9 and 16.9%, respectively.

References:

[1] **Akimbekov, A.R.,** Uskenov R.B., Iskhan K.Z., Assanbayev T.S., Sharapatov T.S., Baimukanov D.A., Baimukanov D.A. Creation of smart farms in the herd horse breeding of Kazakhstan. //Online Journal of Biological Sciences. 2023. vol. 236 №1. -P. 44-49. DOI: http://dx.doi. org/10.3844/ojbsci.2023.44.49.

[2] **Assanbayev, T.S.,** Milk productivity of horses of the Kazakh, Novoaltay breeds and their crossbreeds. //Agricultural Science Journal. - 2013. vol. 10, № 1.- P. 56-59.

[3] **Mongush, B.M.,** Yuldashbaev, Y.A., Comparative characteristic of milk production mares Tuvan breeds and its relationship with the composition of the milk. //Agrarian Science.- 2019. №.3, -P. 28-30. DOI: http://dx.doi.org/10.32634/0869- 8155-2019-323-3-28-30.

[4] **Musaev, A.,** Sadykova S., Anambayeva A., Saizhanova M., Balkanay G. and Kolbaev M., Mare's milk: composition, properties, and application in medicine. //Archives of Razi Institute. - 2021. -vol. 76, № 4. - P. 1125-1135. - DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ ari.2021.355834.1725.

[5] **Rzabayev, T.Sh.,** Assanbayev T. Sh., Rzabayev S., Bazargaliyev A., Rzabayev K.S. Linebreeding as a system of stock breeding to improve the productive qualities of horses of the Kushum breed. //Reproduction in Domestic Animals.-2022, 57.-P.1584–1592. DOI: https://doi.org/10.1111/rda.14235

[6] **Wang, Y.,** Tang C., Xue P., Yang N., Sun X., Serik K., Assanbayer T., Shamekova M., Kozhanov Z., Sapakhova Z., Khurramovich J. K., Zhou X., Kairat I., Muhatai G. Identification of Genetic Relationships and Group Structure Analysis of Yanqi Horses. //Genes.- 2022. Vol. 16, №3.- P. 294. DOI: https://doi.org/10.3390/genes16030294

[7] **Rzabayev, T.,** Assanbayev T., Rzabayev S., Arsyutin N and Rzabayev K, Breeding methods and results of creating "Mamyr-Aktobe" intra-breed type of meat and dairy productivity of Kushum horse breed of Aktobe population. //International Journal of Veterinary Science.- 2024. Vol. 13.№ 5. -P. 586-591. DOI: https://doi.org/10.47278/journal.ijvs/2024.136

[8] **Toishimanov, M.,** Zhanten O., Kanat R., Beishova I., Ulyanov V., Assanbayev T., Sharapatov T., Daurov D., Daurova A., Sapakhova Z., Nametov A., & Shamekova M. The Effects of the Lactation Period, Mare Age, and Foaling on the Chemical and Physical Composition of Milk from Kazakh Mares Kept Under Natural Pasture Conditions. //Animals.-2025. Vol.15.№12. - P.1817. DOI: https://doi.org/10.3390/ani15121817

[9] **Assanbayev, T.,** Akilzhanov R., Sharapatov T., Bektayev R., Samatkyzy D., Karabayev D., Gabdulkayum A., Daniyarov A., Rakhimova S., Kozhamkulov U., Sarbassov D., Akilzhanova A., Kairov U. Whole genome sequencing and de novo genome assembly of the Kazakh native horse Zhabe. // Frontiers in Genetics 2024, Vol. 15. 1466382. DOI: https://doi.org/10.3389/fgene.2024.1466382

[10 **Sharapatov, T.,** Sadvakassov S., Mukhinov K., Mukhinov Y., YerzhanovN., & Assanbayev, T. The impact of climatic conditions on the behavioral activity and productivity of herd horses. //Journal of Animal Behaviour and Biometeorology.-2025. Vol.13. №3.2025026. DOI: https://doi.org/10.31893/jabb.2025026

[11] **Sharapatov, T. S.,** Assanbayev,T. Sh., Shauyenov S. K., Bugno-Poniewierska M., & Pieszka M. Milk productivity of Kazakh mare types Jabe and Novoaltay-Kazakh in the steppe zone of the North-East of Kazakhstan. //Rocznik Naukowy Zootechniki, -2025. Vol. 52, №1.- P.61–70. DOI: https://doi.org/10.58146/dzv4-n837

[12] **Akimbekov, A.R.,** Uskenov R.B., Iskhan K.Zh., Assanbayev T.Sh., Sharapatov T.S., Baimukanov D.A. Creation of Smart Farms in the Herd Horse Breeding of Kazakhstan (Results of using Trackers). //OnLine Journal of Biological Sciences, 2023, Vol, 23. -P44–49. DOI: https://doi.org/10.3844/ojbsci.2023.44.49

[13] **Kablybekova, D.,** Assanbayev, T. S., Kassymbekova, S., & Kantanen, J. Genetic studies and breed diversity of Kazakh native horses: A comprehensive review. //Advancements in Life Sciences,- 2024. Vol.11№1. - P.18–27.

[14] **Sharapatov, T.,** Assanbayev T., Shauyenov S., Aubakirov K., Iskhan K. Increasing the milk productivity of Kazakh jabe horses. //Brazilian Journal of Biology, 2023, Vol.83: DOI: https://doi.org/10.1590/1519-6984.277915

[15] **Blohina, N.,** Khrabrova L..., Zaitcev A. Gavrilicheva I. Assessment of the genetic diversity of microsatellite loci of horses of Heavy Draft breeds. //Genetics and breeding of animals.- 2018. Vol.2. - P. 39-44.

АДАЙ ТҰҚЫМЫ БИЕЛЕРІНІҢ ЖӘНЕ ЖЕРГІЛІКТІ ҚАЗАҚ ЖЫЛҚЫЛАРЫНЫҢ СҮТ ӨНІМДІЛІГІ

Каргаева М.Т.[1], кіші ғылыми қызметкер
Джунисов А.М.[1], ауыл шаруашылық ғылымдарының кандидаты, профессор
Кудияров Р.И.[2], ауыл шаруашылық ғылымдарының кандидаты, доцент
Жумагалиева Г.М.[1*], PhD)

[1]Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан
[2]Қызылорда ашық университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

Аңдатпа. Өнімді жылқы шаруашылығы Қазақстан аумағында әрдайым жоғары сұраныста болды. Сүтті жылқы шаруашылығы өнімді жылқы шаруашылығының дәстүрлі тармағы болып саналады.

Зерттеу мақсаты – жергілікті қазақ жылқы тұқымдарының және адай жылқыларының сүт өнімділігін және сүттің химиялық құрамын анықтау.

Зерттеу барысында анықтағанымыздай тәжірибиде қолданылған биелер өз тұқымдарының өкілдері болды. Жергілікті қазақ жылқыларында бойлары аласа (135,5 см) адай биелерімен салыстырғанда (139,2 см), алайда олар адай биелеріне қарағанда тұрқы ұзындығы (145,7 см), көкірек орамы (169,9 см) және шамалы тірілей салмақ (385,2 кг) басымдылығы болды. Адай жылқы тұқымдары биелері конституциясы бойынша мініс жылқысы типіне ие болса, жергілікті қазақ жылқылары етті – сүтті типіне сәйкес келеді деді.

Лактацияның 105 күнінде жергілікті қазақ тұқымды биелердің сүттілігі 1617,0 л, адай тұқымы биелерінде 1413 л, ал сәйкесінше тауарлық өнімділік 674,1 және 590,1, осылайша, жергілікті қазақ жылқыларында 14,2% немесе 84,0 л адай тұқымдарынан басым көрсеткіштерге ие болды. Биелердің сүттілік индексі бойынша (100 кг тірі салмаққа есептегенде) жергілікті қазақ биелерінде де (420 кг) жоғары көрсеткіштер болды.

Екі топтағы биелерде сүттің біркелкі бөлінуінің көрсеткіштері орташа тәуліктік сүттің деректері болып табылады. Сонымен, лактацияның екінші айындағы ең үлкен орташа тәуліктік сүт мөлшері 13,78–15,65 л, үшінші айда – 14,42–17,30 л, ал лактацияның соңғы бесінші айында – 10,16–10,52 л болды.бұл деректер екі топты таңдау арқылы биелердегі сауу қисығы біркелкі екенін көрсетеді, оның төмендеу үрдісі біртіндеп байқалады.

Осылайша, "Таушық" ЖШС – де биелерді маусымдық сауу кезінде жоғары бағыттағы Адай жылқыларына қарағанда өнімділіктің ет-сүт бағытындағы жергілікті қазақ биелерін іріктеу есебінен сауын биелердің сүт өнімділігін айтарлықтай арттыру қисынды.

Тірек сөздер: сүтті жылқы шарашылығы, сүт шығымы, тауарлы сүт, лактация, жергілікті қазақ жылқылары, адай жылқылары.

МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОБЫЛ АДАЙСКОЙ ПОРОДЫ И МЕСТНЫХ КАЗАХСКИХ ЛОШАДЕЙ

Каргаева М.Т.[1], младший научный сотрудник
Джунисов А.М.[1], кандидат сельскохозяйственных наук, профессор
Кудияров Р.И.[2], кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
[*]Жумагалиева Г.М.[1], PhD

[1]Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан
[2]Кызылординский открытый университет, г.Кызылорда, Казахстан

Аннотация. Продуктивное коневодства на территории Казахстана всегда пользовалось высоким спросом во всех регионах. Молочного коневодства считается традиционной подотраслью продуктивного животноводства. Цель исследования – определить молочную продуктивность и химический состав молока: местных казахских лошадей и адайского породы.

Было установлено что, кобылы использованные в опыте были представителями своих пород. Животные местной казахской породы имея немного меньший рост (135,5 см) адайские кобылы (139,2 см) имели более удлиненное туловище (145,7 см), большой обхват груди (169,9 см) и несколько высокую живую массу (385,2 кг) в сравнение с кобылами адайской породы. Адайские кобылы, имели

тип конституции верховых лошадей, а местные казахские лошади склонялись к мясо – молочному типу. Не смотря на это, адайские лошади с успехом используются в производстве и как продуктивные животные.

Установили что за 105 дней лактации молочность кобыл местной казахской породы составило 1617,0 л, адайская порода 1413 л, а товарный составил соответственно 674,1 и 590,1 таким образом, удой кобыл местной казахской породы превышает на 14,2% или на 84,0 л чем у животных адайской породы. По индексу молочности (в расчете на 100 кг живой массы) кобыл высокие показатели также оказались у местных казахских кобыл (420 кг).

Показателям равномерности выделения молока у кобыл обеих групп являются данные среднесуточных надоев. Так, наибольшие среднесуточные удои во втором месяце лактации были 13,78–15,65 л, на третьем месяце – 14,42–17,30 л, а на последнем пятом месяце лактации – 10,16–10,52 л. Эти данные свидетельствуют о том, что кривая удоев у кобыл за счет отбора обеих групп равномерна, тенденция к ее спаду наблюдается постепенно.

Таким образом, при сезонном доении кобыл в ТОО «Таушык» за счет отбора местных казахских кобыл мясо – молочного направления продуктивности нежели адайских лошадей верхового направления логично значительно повысить молочную продуктивность дойных кобыл.

Ключевые слова: молочное коневодства, удой молока, товарный удой, лактация, лошады местной казахской породы, адайская порода лошадей.

ҒТАМР 68.39.55 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.377

ДРОМЕДАР (*CAMELUS DROMEDARIUS*) ЖӘНЕ БАКТРИАН ТҮЙЕЛЕРІНІҢ (*CAMELUS BACTRIANUS*) СҮТ ФРАКЦИЯЛАРЫНЫҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ СИПАТТАМАСЫ МЕН ҚҰРАМЫ

Нурсейтова М.А.[1], PhD, ассоциированный профессор
mnurseitova2@gmail.com, https://orcid.org/0000-0001-7356-9941
Шанбаев Б.У.[1],
bagdi76.kz@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-0232-8814
Ахметсадыкова Ш.Н.[1,2,3], PhD
shynar.akhmetsadykova@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-4683-2825
Амутова Ф.Б.[1], PhD, ассоциированный профессор
amutovafb@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-3325-4018
Конуспаева Г.С.[1,4], HDR, профессор
konuspayevags@hotmail.fr, https://orcid.org/0000-0003-0171-3582
Файе Б.[5], HDR, профессор
bjfaye50@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-5762-5453

[1]«Антиген» ғылыми-өндірістік кәсіпорны» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан
[2]Қазақ мал шаруашылығы және жемшөп өндірісі ғылыми-зерттеу институты, Алматы қ.,
[3] Алматы Технологиялық Университеті, Алматы қ., Қазақстан
[4] әл- Фарабиатындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан
[5]Ауыл шаруашылығы саласындағы дамуға арналған халықаралық ынтымақтастық орталығы – CIRAD, UMR SELMET, Baillarguet халықаралық кампусы, Монпелье қ., Франция

Аңдатпа. Бұл зерттеу Түркістан облысынан алынған, боталағаннан кейін 150 ± 15 күн өткен жеті екі өркешті түйенің (Camelus bactrianus) және он төрт бір өркешті түйенің (*Camelus dromedarius*) цистерна (Ц), альвеола (А) және қалдық (Қ) сүтінің көлемі мен құрамын салыстырмалы зерттеуге бағытталған. Зерттеудің басты мақсаты екі түйе түріндегі сүт фракцияларының арақатынасын, физика-химиялық құрамын, дәрумендік және минералдық ерекшеліктерін анықтау.. Түйелерге дене салмағының 1 кг-ына 10 мкг мөлшерінде Атозибан (CAS 90779-69-4) препараты, кейін әр жануарға 4 мл окситоцин (РҚ-ЛС-5№022381) препараты енгізіліп, дәстүрлі әдіс бойынша үйретілген сауыншыларымен қолмен сауылды. Әр жануардан цистерналық, альвеолярлық және қалдық сүт үлгілері жиналып, ақуыз, құрғақ зат, майсыз құрғақ зат, май, тығыздық, pH, соматикалық жасушалар саны, С дәрумені, сондай-ақ А, D, Е дәрумендері мен макро-, микроэлементтердің мөлшері анықталды. Дромедар түйелерінде жалпы сауылған сүттің 2,77%-ын цистерналық, 91,18%-ын альвеолярлық және 6,05%-ын қалдық сүт құраса, бактриан түйелерінде бұл көрсеткіштер сәйкесінше 6,84%, 87,87% және 5,93% болды. Май мөлшері цистерналық сүттен қалдық сүтке қарай тұрақты түрде жоғарылап, дромедарларда 1,94-тен 5,96%-ға дейін, ал бактриандарда 2,48-тен 6,25%-ға дейін өзгерді. Ақуыз мөлшері және pH барлық фракциялар арасында салыстырмалы тұрақтылықты көрсетті. Альвеолярлық сүтте макро- және микроэлементтердің басым көпшілігінің концентрациясы төменірек анықталды, ал майда еритін дәрумендер негізінен альвеолярлық және қалдық сүтте кездесті. Аталмыш зерттеу алғаш рет Қазақстан жағдайында екі өркешті түйелердің сүт фракцияларының құрамына кешенді сипаттама беріп, дромедар және бактриан түйелеріндегі сүттің фракциялану ерекшеліктерін салыстыра қарады. Алынған нәтижелер түйе сауу технологиясын жетілдіруге, сүт сапасын бағалауға және өндірістік сауу жүйелерін оңтайландыруға ғылыми негіз бола алады. Нәтижелерді сауын машинамен сауылатын түйелерде растау ұсынылады.

Тірек сөздер: Бактриан, дромедар, сүт фракциялары, сүт құрамы, минералдар, дәрумендер

Кіріспе. Сүтті мал түрлерінің арасында түйе сауу қиындығы бойынша ерекшеленетін жануарлардың бірі болып табылады.Сауу қолмен [1] немесе машинамен [2] жүргізілсе де, бұл жиі желінде сүттің толық алынбауына әкеледі. Бұл секілді қиындықтардың басты себептерінің бірі - сиыр [3, 4] және ұсақ күйіс қайтаратын малдармен [5, 6] салыстырғанда, цистерналық сүттің үлесінің альвеолярлық және қалдық бөліктерге қарағанда төмен болуы [7, 8]Түйе сүтінің цистерналық фракциясы басқа жануарлар секілді желін цистерналарында

сақталады, сондай-ақ ірі сүт өзектерінде орналасады, ал альвеолярлық фракция альвеолаларда, кіші және орта сүт өзектерінде болады [9]. Алайда, түйе желініндегі цистерна сиыр және ешкілердегідей дамымаған. Түйелерде цистернада сүтінің үлесі орта есеппен 5-10% құрайды [10], ал бұл көрсеткіш сиырларда 35-40%, қойларда 38-47% [11] және ешкілерде шамамен 80% [12] құрайды. Сүтті буйволдарда ғана цистерналық сүттің үлесі түйелерге жақын, шамамен 5% болады [13]. Сонымен қатар, түйелерде альвеолалар сүт бездері саны сиырларға қарағанда азырақ көрінеді [14]. Цистерналық сүттің аздығы, сүттің бөлінуін стимуляция жасау үшін сауын алдын боталардың түйе жанында болуын немесе ұзақ массаждың қажеттігін көрсетеді [15].

Цистерналық сүтті алу үшін желін сфинктерінің кедергісін жеңу қажет, ал альвеолярлық фракцияны тек сүт бөліну рефлексі іске қосылғаннан кейін ғана алуға болады. Дегенмен сауын аралықтарына байланысты сүт фракцияларының үлесі әр түрлі болуы мүмкін [16, 17, 18], бірақ жалпы алғанда түйедегі цистерналық сүттің пайыздық төмендігі осы жануарға тән ерекшелік болып табылады. Сүттің толық сауылып алынуы үшін ең қолайлы жағдайлары (стресс аздығы, тыныштық, үйренген сауыншылар) қажет. Кез келген жағымсыз жағдай түйенің сүтінің аздығына алып келуі мүмкін, нәтижесінде сауу толық болмайды [19], артынша альвеолярлық немесе қалдық сүт азаяды. Бұл жағдай сүттің фракциялық құрамына әсер етеді [20].

Ғылыми мәліметтерге сүйенсек түйе бойынша тек Солтүстік Африка мен Таяу Шығыстан алынған дромедар түйелердің сүт фракциялануы туралы деректер жарияланған. Орталық Азия бойынша бір өркешті түйелер мен екі өркешті түйелер туралы деректер жоқ, тек Оңтүстік Қазақстаннан алынған бірнеше дромедар түйелерге қатысты мәліметтер ғана бар [21]. Аталмыш мақала Қазақстандағы бактриан түйесі мен дромедар түйелерінің сүт фракцияларының сипаттамасына, сондай-ақ әртүрлі сүт фракцияларының құрамын анықтауға арналған.

Зерттеу материалдары мен әдістері.

Зерттеуге түйелер келесі критерий бойынша Түркістан облысы, Созақ ауданында орналасқан бес жеке шаруашылық: Үштам, Айгене, Ардагер, Елдос және Бекзат таңдалды: дене салмағы 500 ±50 кг, лактация кезеңінде болуы, ересек лактациялаушы аналықтар (6-15 жаста). Сүт сынамалары алдыңғы сауын уақытынан жобамен 12 сағат өткен соң, таңертеңгі сауын кезінде алынды. Нәтижесінде әртүрлі сүт фракциялары жеті екі өркешті түйеде (*Camelus bactrianus*) және он төрт бір өркешті түйеде (*Camelus dromedarius*) анықталды. Сүттің әртүрлі фракцияларын қолмен алу үшін тәжірибелік процедура келесідей болды: (i) бота түйе жанында болмады, (ii) сауын Ayadi et al. (2016) ұсынған әдіс бойынша желінді қолмен массаж жасау арқылы ынталандырылды, (iii) цистерналық сүтті алу үшін түйелерге Атозибан (CAS 90779-69-4) дене салмағының 1 кг-ына 10 мкг мөлшерінде егілді, , (iv) содан кейін альвеолярлық сүтті алу үшін түйеге физиологиялық дозасы 20 ХБ-ге сәйкес келетін 4 мл окситоцин (РҚ-ЛС-5№022381) енгізілді, (v) осы кезеңнің соңында қалдық сүтті алу үшін қарқынды қолмен сауын жүргізілді.

Үлгі алу процедурасы

Ақуыз, құрғақ зат, майсыз құрғақ зат, май, тығыздық пен pH, соматикалық жасушалар және витамин C, D, A және E құрамы әр жануарда және әр сүт фракциясында талданды. Әр жануардан алынған 3 сынаманың цистерна және қалдық сүт үлгілерінің көлемі аз болғандықтан, кейбір көрсеткіштер біріктірілген үлгілерде талданды. Әр сынама үш реттік қайталымда зерттелді.

Өлшемлер мен зертханалық талдаулар

Желін мен үрпінің морфометриялық өлшеулері сауыннан бұрын стандартты өлшеу лентасымен (см) жүргізілді. Өлшемге алдыңғы сол жақ желіннің ұзындығы мен үрпінің алдыңғы жағынан артқы жағына дейінгі ұзындығы алынды. Желіннің симметриялылығы келесі санаттарға бөлінді: алдыңғы бөлігі < артқы бөлігі, алдыңғы бөлігі > артқы бөлігі және алдыңғы бөлігі = артқы бөлігі. Әр сүт фракциясы (цистерналық, альвеолярлық және қалдық) үшін pH, жалпы ақуыз (ЖА), құрғақ зат (ҚЗ), майсыз құрғақ зат (МҚЗ), май және тығыздық

көрсеткіштері «Лактан» автоматты сүт анализаторының көмегімен анықталды (ЖШС «ВПК Сибагроприбор», Новосібір, Ресей). Соматикалық жасушалар саны (СЖС) «Соматос Мини» құрылғысымен анықталды (ЖШС «ВПК Сибагроприбор», Новосибир, Ресей). Сонымен қатар, C, D, A және E дәрумендерінің талдауы Agilent Technology (Санта-Клара, АҚШ) HPLC 1260 Infinity II жүйесінде келесідей жүргізілді:

Витамин С (аскорбин қышқылы)

Үлгіні экстракциялау ГОСТ 34151-2017 стандартында сипатталған әдіс бойынша жүргізілді. Әдіс витамин С-ны үлгіден метафосфор қышқылы ерітіндісімен экстракциялауға, содан кейін L-дегидроаскорбин қышқылын L-аскорбин қышқылына дейін тотықсыздандыруға және жалпы L-аскорбин қышқылының мөлшерін спектрофотометриялық анықтаумен (толқын ұзындығы 265 нм) жоғары тиімді сұйықтық хроматографиясы (HPLC 1260 Infinity II Agilent Technology, колонка 150 мм, C-18, 2,7 мкм) арқылы анықтауға негізделген. Сынама дайындау үшін үш грамм түйе сүті 100 мл көлемдік химиялық құтыға салынды. Сексен миллилитр 20 г/мл концентрацияда метафосфор қышқыл ерітіндісі қосылды. Құтының құрамы мұқият араластырылып, сүзілді. Сүзілген бөліктен 20 мл аликвота бөлініп алынып, 50 мл стаканға ауыстырылды, артынша 10 мл L(+)-цистеин ерітіндісі қосылды. Магниттік араластырғышта үздіксіз араластыра отырып алынған ерітіндінің pH деңгейі тринатрий фосфаты ерітіндісін (200 г/л) тамшылатып қосу арқылы 7,0-7,2 деңгейіне дейін реттелді. Көрсетілген pH мәніне жеткеннен кейін ерітінді 5 минут бойы үздіксіз араластырылылды. Кейін ерітіндінің pH деңгейі метафосфор қышқылы ерітіндісін (200 г/мл) тамшылатып қосу арқылы 2,5-2,8 деңгейіне дейін реттелді. Алынған ерітінді сандық түрде 50 мл көлемдік құтыға ауыстырылды және pH электродтары, магниттік араластырғыш өзекше және стакан сумен шайылып, шаю сұйықтығы сол құтыға құйылды. Көлемі сумен белгіге дейін жеткізіліп, ерітінді мұқият араластырылды. Алынған ерітінді мембраналық сүзгі арқылы сүзіліп, сүзінді хроматографиялық анықтау үшін пайдаланылды.

D, A және E дәрумендерін анықтау

D, A және E дәрумендерін анықтау әдісін оңтайландыру үшін процедура ГОСТ 32916-2014 негізінде бейімделді. Алынған экстракт диодты-матрицалық детекторы бар жоғары тиімді сұйықтық хроматографиясы (HPLC-DAD) арқылы анықталды. D, A және E дәрумендері ультракүлгін аймақтағы жұтылуы бойынша анықталып, хроматограмманың ұстау уақыты мен УК спектрлері бойынша сәйкестендірілді. 250 мл дөңгелек түпті колбаға 20 г түйе сүті өлшеніп, оған 25 мл 5 моль/л калий гидроксиді ерітіндісі, 1 г аскорбин қышқылы және 25 мл изопропил спирті қосылды. Колба кері тоқтатқышпен жабдықталып, сабындандыру 70-80°C температурада 30 минут бойы жүргізілді. Аяқталғаннан кейін колба бөлме температурасына дейін салқындатылып, ал жоғарғы қабаты бөлінді. Оның көлемі өлшеніп, қабаттың 10 мл бөлігі алынып, дистилденген сумен 1:1 қатынасында сұйылтылды. Витамин D сұйылтылған ерітіндіден қатты фазалы экстракция (SPE) картриджі мен вакуумдық коллектор арқылы шоғырландырылды. Картридж вакуумдық камераға орналастырылып, 50% изопропил спиртімен алдын ала өңделді. Сұйылтылған экстракт содан кейін картриджден өткізіліп, ол ауа ағынымен кептірілді. Витамин D 2 мл изопропил спиртімен элюирленіп, алынған элюат көлемі HPLC-DAD арқылы одан әрі талдау үшін пайдаланылды. D, A және E дәрумендерінің хроматографиялық талдауы диодты-матрицалық детектормен (DAD) жабдықталған Agilent 1260 Infinity II сұйықтық хроматографында (Agilent Technologies, АҚШ) анықталды. Бөлу ацетонитрил мен метанол (1:1, к/к) қоспасынан тұратын жылжымалы фазаны 1,0 мл/мин ағын жылдамдығымен пайдалана отырып, Poroshell 120 EC-C18 колонкасында (100 мм × 2,1 мм, бөлшек өлшемі 2,7 мкм; Agilent Technologies) жүзеге асырылды. Колонка температурасы 45°C D және E дәрумендері үшін 265 нм, ал A дәрумені үшін 325 нм етіп орнатылды. Жалпы жұмыс уақыты 8 минутты құрады, ұстау уақыттары сәйкесінше 0,94 мин (витамин D_3), 1,07 мин (витамин E) және 2,85 мин (витамин A) болды.

Элементтерді анықтау

Макро-, микро- және ауыр элементтерді анықтау үшін сүт үлгілері CCD Vista Chip III

детекторымен және -40°C дейін салқындататын Пельтье жүйесімен жабдықталған индуктивті байланысқан плазмалы оптикалық эмиссиялық спектрометрде (Agilent 5800 ICP-OES, Agilent Technology, Санта-Клара, АҚШ) талданды. Үлгіні экстракциялау кейбір өзгерістермен ГОСТ 30538-97 стандартында сипатталған әдіс бойынша жүргізілді: 50±3 г түйе сүті 1:1 қатынасындағы азот қышқылының 1 мл-мен араластырылып, түтін бөлінуі толық тоқтағанша ыстық плитада мұқият күйдірілді. Содан кейін үлгілер электр пешінде 250°C температурада минералданып, температура біртіндеп (әр 30 минут сайын 50°C-қа) 500°C дейін 10-15 сағат бойы көтерілді. Алынған ақ күл тигельде 2 мл 1:1 азот қышқылында ерітіліп, дымқыл тұздарға дейін буландырылды. Қалдық 1% азот қышқылында ерітіліп, сандық түрде 25 мл көлемдік құтыға салынды.

ICP-OES құрылғысы келесі элементтерге оңтайландырылды : макроэлементтер - Ca (422,673 нм), K (766,491 нм), Mg (279,553 нм) және P (213,618 нм); микроэлементтер - Cu (324,754 нм), Fe (248,300 нм), Mn (259,372 нм), Se (196,026 нм), Zn (202,548 нм) және ауыр металдар - As (188,980 нм), Cd (214,439 нм), Hg (194,164 нм), Pb (182,143 нм).

Статистикалық талдау

Түйе түрінің әсері (*Camelus bactrianus, Camelus dromedarius*) және фракцияның әсері (цистерналық, альвеолярлық және қалдық) негізгі сүт компоненттеріне (ЖА, май, ҚЗ, витамин C, A, D, E) дисперсияны біркелкілендіргеннен кейін Фишер критерийі (LSD) арқылы ANOVA әдісімен анықталды. Сүт өнімділігі мен әртүрлі сүт фракцияларының үлестері арасындағы, немесе желін өлшемдері мен сүт өнімділігі арасындағы байланыстар Пирсон корреляциясымен тексерілді. D және E дәрумендеріне немесе минералдарға қатысты талдауларда, түр мен фракция түрі бойынша үлгілердің жалпы жиынтығы қатысқандықтан, тек жалпы мәндер келтірілді. СЖС бойынша көптеген жетіспейтін деректерге байланысты тек түр мен фракция түрі бойынша орташа мән мен стандартты ауытқу берілді. Пайдаланылған бағдарламалық жасақтама — XLSTAT, 2025 (Addinsoft ©, Париж, Франция).

Зерттеу нәтижелері мен талдау

Желін өлшемдері мен сүт өнімділігі

Желін ұзындығы 19-дан 30 см-ге дейін (25,5±2,7 см) өзгерді, ал үрпі ұзындығы 1,1-ден 3,0 см-ге дейін (2,26±0,15 см) болды. Дромедар түйелерде желін айтарлықтай ұзын болды (1-кесте), бұл жоғары сүт өнімділігімен байланысты ($r=0,682$; $p<0,001$), бірақ үрпі ұзындығымен байланыс байқалмады. Сонымен, сүт өнімі бір өркешті түйелерде екі өркешке қарағанда айтарлықтай жоғары болды (сауын кезінде 1,91 және 1,40 л).

1-кесте – Бактриан және дромедар түйелерінің желін өлшемдері мен сүт өнімділігі

Түр	**Желін ұзындығы**	**Үрпі ұзындығы**	**Сүт өнімділігі**
Бактриан	24,6 ± 3,15 см	1,53 ± 0,20 см	1406 ± 486 мл
Дромедар	25,4 ± 2,63 см	2,29 ± 0,36 см	1912 ± 450 мл
Prob.	*NS*	*<0,0001*	*<0,018*

Сүт фракциялары. Цистерналық сүттің көлемі екі түрде де айтарлықтай төмен, бактрианда 2,40-14,71%, ал дромедарда 0,74-5,25% аралығында өзгереді. Цистерналық сүттің үлесі екі түр арасында айтарлықтай ерекшеленеді, ал басқа екі фракция бойынша айырмашылық болмады (2-кесте). Жалпы алғанда, цистерналық сүттің үлесі дромедарда бактрианмен салыстырғанда төмен болды. Дегенмен, көлемі бойынша альвеолярлық сүттен басқа екі түр арасында айырмашылық болмады (бактрианда 1250±478 мл, дромедарда 1750±452 мл). Альвеолярлық сүттің үлесі сүт өнімділігімен оң корреляцияда ($r=0,607$; $p<0,005$), ал цистерналық сүттің үлесі теріс корреляцияда ($r=-0,610$; $p<0,005$) болды.

Сүт фракцияларының құрамы

Бактриан және дромедар түйе сүтінің физика-химиялық құрамы цистерналық, альвеолярлық және қалдық фракциялар арасында айтарлықтай ерекшеленді.

2-кесте – Түрлерге байланысты сүттің әртүрлі фракцияларының (Ц,А,Қ) үлестері мен көлемдері

Түр	Ц сүт %	А %	Қ %
Бактриан	6,83 ± 4,47	87,87 ± 3,84	5,92 ± 3,22
Дромедар	2,77 ± 1,59	91,17 ± 4,39	6,05 ± 4,77
Prob.	*<0,006*	*NS*	*NS*
Бактриан	82 ± 38 мл	1250 ± 478 мл	74 ± 41 мл
Дромедар	52 ± 31 мл	1750 ± 452 мл	110 ± 74 мл
Prob.	*NS*	*=0,03*	*NS*

pH екі түрде де барлық фракцияларда шамамен 6,1-6,2 деңгейінде тұрақты болды, бұл сүттің қалыпты қышқылдығын көрсетеді. Ақуыз мөлшері екі түрде де фракциялар арасында аз өзгерді: дромедар сүтінде цистерналық сүтте 2,76-6,72%, альвеолярлық сүтте 2,81-3,38%, қалдық сүтте 2,75-3,34% аралығында, ал бактриан сүтінде сәйкесінше 3,07-3,42, 3,13-3,4 және 2,96-3,36% болды. Түр ішінде айтарлықтай айырмашылық болмады, ал май мөлшері бойынша керісінше (3-кесте) цистерналық сүтте едәуір төмен, қалдық сүтте жоғары болды (P<0,0001). Орташа мәнде, альвеолярлық сүтте майдың мөлшері екі есе, ал қалдық сүтте екі түрде де шамамен үш есе көп болды. Орташа алғанда бактриан сүті майлырақ болды.

Анализ барысында, құрғақ зат (ҚЗ) цистерналық сүттен қалдық сүтке қарай біртіндеп артты, бұл мәндер екі түрде де айтарлықтай ерекшелік көрсетті (p<0,0001). Майсыз құрғақ зат әр түр ішінде фракцияларға байланысты өзгермеді, дегенмен бір өркешті түйе сүтінде жоғары мәндер байқалды (3-кесте), бірақ түрлер арасындағы айырмашылық маңызды болмады (p=0,053). Тығыздық бойынша да түр ішінде және түрлер арасында айтарлықтай айырмашылық байқалмады, ол бактрианда цистерналық сүттегі 1,032-1,033-тен қалдық сүттегі 1,025-1,028 кг/л-ге дейін, ал дромедарда цистерналық сүттегі шамамен 1,033-тен қалдық сүттегі шамамен 1,025-1,028 кг/л-ге дейін сәл төмендеді, бұл май пайызының артуына сәйкес келеді.

3-кесте – Бір және екіөркешті түйе сүтіндегі фракциялардың орташа құрамы (Ц-цистерна, А-алвеола, Қ-қалдық сүті)

	Бактриан сүті			Дромедар сүті		
Көрсеткіші	Ц	А	Қ	Ц	А	Қ
Ақуыз (%)	3,24±0,13^{a}	3,24±0,11^{a}	3,17±0,13^{a}	3,15±0,29^{a}	3,11±0,2^{a}	3,05±0,2^{a}
Майлылық (%)	2,48±1,24^{a}	4,73±1,1^{b}	6,25±0,77^{c}	1,94±0,81^{c}	4,15±1,08^{b}	5,96±1,11^{c}
Құрғақ зат (%)	11,53±1,19^{a}	11,66±5,25^{a}	14,85±0,63^{b}	10,78±1,51^{a}	12,60±1,47^{a}	14,81±2,03^{b}
Майсыз құрғақ зат (%)	8,69±0,83^{a}	8,57±0,53^{a}	8,42±0,56^{a}	9,06±0,36^{a}	8,77±0,36^{a}	8,74±0,38^{a}
С дәрумені (мг/100г)	162,5±58,7^{a}	129,2±23,3^{b}	125,5±48,0^{b}	141,5±16,8^{a}	112,4±6,2^{b}	125,8±47,6^{ab}

^{a}, ^{b}, ^{c} — Әр түр бойынша әрбір көрсеткіштің әртүрлі индекстері p < 0,05 деңгейінде айтарлықтай ерекшеленетінін білдіреді.

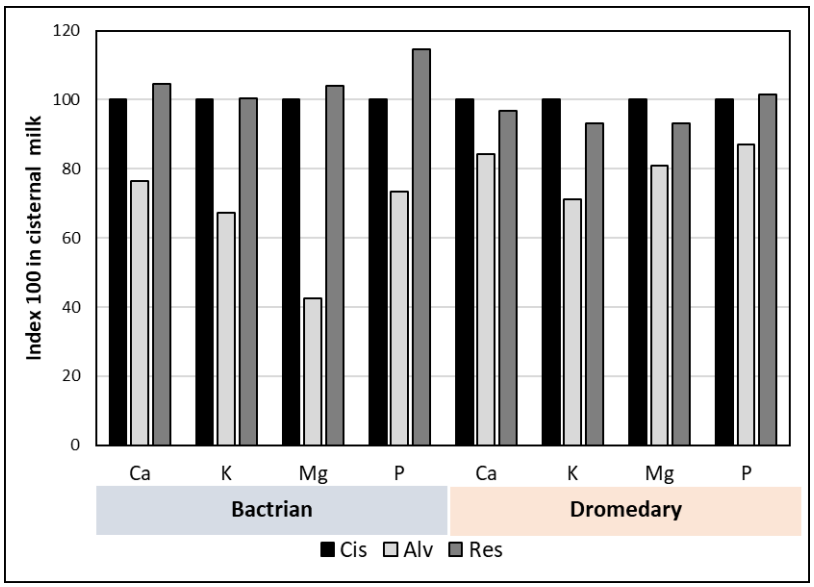
Цистерналық сүт екі түрде де С дәрумені бойынша айтарлықтай жоғары болды (3-кесте). Орташа алғанда, бактриан сүтінде витамин С көбірек болды, бірақ түрлер арасындағы айырмашылық маңызды болмады.
Біріктірілген сүт үлгілерінде анықталған басқа көрсеткіштер мен аз ғана үлгідегі СЖС бойынша статистикалық талдау жүргізу мүмкін болмады, сондықтан тек шикі деректер келтірілді (4-кесте).

4-кесте – Бактриан және дромедар сүтінің фракцияларындағы дәрумендер, минералдар және СЖС (талдау әр түр × фракция бойынша бір біріктірілген үлгіде жүргізілді)

	Бактриан сүті			Дромедар сүті		
Көрсеткіш	Ц	А	Қ	Ц	А	Қ
1	2	3	4	5	6	7
Дәрумендер (мкг/100мл)						
Вит. A	5,14	LOD	LOD	LOD	6,06	LOD
Вит. D	LOD	2,09	2,63	ND	2,84	2,94
Вит. E	LOD	2,7	1,92	ND	2,08	1,78
Макроэлементтер (мг/л)						
Кальций	3161,9	2418,1	3306,7	2967,0	2499,7	2872,0
Магний	927,54	395,16	963,92	823,57	666,36	768,29
Фосфор	331,42	242,92	380,15	304,96	265,33	309,59
Калий	202,67	136,36	203,53	206,22	146,54	192,42
Микроэлементтер (мкг/мл)						
Мырыш	8,153	5,961	7,532	5,546	5,189	6,044
Темір	1,193	1,028	1,202	1,157	0,819	0,923
Мыс	0,083	0,091	0,070	0,073	0,091	0,071
Марганец	0,057	0,031	0,054	0,042	0,023	0,031
Селен	0,048	0,047	0,037	0,027	0,027	0,034
Ауыр металдар (мкг/мл)						
Қорғасын	0,033	0,033	0,027	0,026	0,028	0,027
Сынап	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Мышьяк	0,003	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003
Кадмий	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Соматикалық жасушалар саны						
СЖС × 1000	121,5	163	179	111	98,3	189,75

LOD – анықтау шегінен төмен; ND – анықталмаған.

Жалпы алғанда, цистерналық сүтте D мен E дәрумендері мөлшері төмен болды, ал альвеолярлық және қалдық сүтте бұл мәндер шамамен 2 мкг/100 мл деңгейінде тұрақтылық көрсетті. Альвеолярлық сүт екі түрде де макроэлементтер бойынша төмен болды (1-сурет). Мыс элементі басқа негізгі микроэлементтер бойынша да осындай жағдай байқалды. СЖС бойынша екі түрде де қалдық сүтте сәл жоғарылау үрдісі байқалды.



1-сурет – Бактриан және дромедар түйелердің сүт фракцияларындағы макроэлементтер концентрациялары

Желін өлшемдері мен сүт фракциялары

Бактриан түйесінің желіны дромедарға қарағанда аз өлшем көрсетті. Бұл анатомиялық айырмашылық ғылыми мәліметтерде көрсетілгендей [22, 23], бірдей орта жағдайында да бактриан түйесінің дромедарға қарағанда төмен сүт өнімділігімен байланыстырылады. Сондықтан екі өркешті бактриан түйелері сүті аз түйелер қатарында[24].

Бактриан түйесінің сүт өндіру әлеуеті төмен болғанымен, керісінше, бір өркешті түйе түрі жоғары сүт өндіру әлеуеті бар түйе, оның цистерналық сүт үлесі айтарлықтай жоғары болды. Кез келген жағдайда, сүт өнімділігі екі түрде де негізінен альвеолярлық сүтпен байланысты болды. Цистерналық үлеспен теріс байланыста болды. Сауд Аравия түйелеріне қатысты тәжірибесінде Ayadi et al. (2013) сүт өнімі мен альвеолярлық сүт көлемі арасында жоғары корреляция болғанын жазады, бірақ үлесі тексерілмеген. Біздің зерттеуімізде бір өркешті түйенің цистерналық сүт үлесінің орташа мәні Тунистегі магреби түйелерінінекарағанда төмен болды, онда лактацияның орта кезеңінде бұл көрсеткіш 4,1% құрады [25, 26], Египетте 12 сағаттық сауын аралығында 6,8%, немесе Сауд Арабиясының әртүрлі түйе тұқымдарында 5-тен 15%-ға дейін (орташа 11%) болды. Сауын аралығы 24 сағат болғанда, цистерналық сүт үлесі 19%-ға дейін артуы мүмкін. Біздің аталмыш зерттеуімізде тек бір бір өркешті түйе үлгісі ғана цистерналық сүттің 5%-ынан асты, ал бір екі өткешті түйесі 10%-дан асты. Әлім ғылыми әдебиеттерінде екі өркешті түйе сүтінің сүт фракциялары бойынша жарияланған мәліметтер жоқ. Зерттеу барысында анықталған бұл екі түр арасындағы айырмашылықты лактация кезеңіндегі айырмашылықпен түсіндіру мүмкін емес. Цистерналық сүттің пайызы лактацияның соңында төмен болды., Көптеген түрлерде цистерна көлеміне маңызды әсер ететін сауын аралығына да айырмашылықты анықтаумүмкін емес.Үлгі алу ұқсас аралықпен жүргізілген түйелерде жүзеге асырылды. Түйе түрлері арасындағы айырмашылықты орташа туу реті бойынша байқалған шағын алшақтыққа да жатқызу мүмкін емес. Сүтті сиырларда байқалғандай [27], лактация реті бойынша орташа деректерде ешқандай үрдіс байқалмайды. Дегенмен, дромедар сынамаларындағы цистерналық сүттің төмен пайызына қатысты сауын түрінің әсерін жоққа шығара алмаймыз. Шынында да, әдебиеттегі көптеген зерттеулер машинамен сауын туралы, ал қолмен сауу туралы мәліметтер жоқ.

Сүт фракцияларының құрамы

Негізгі сүт компоненттерінің ішінде тек май фракциялар арасында айтарлықтай өзгерістер көрсетті, цистерналық бөлік екі түрде де айтарлықтай аз майлы болды, бактриан сүтінде май концентрациясы жоғары болғанына қарамастан, бұл бұрын да хабарланған (Faye

et al., 2008). Ұқсас бақылаулар Тунистегі, Сауд Арабиясындағы және Египеттегі дромедарлар үшін де хабарланған. Альвеолярлық сүт қойда, ешкіде [28], буйволда [29] және сүтті сиырда да цистерналық сүтке қарағанда майлырақ болды. Біздің зерттеуімізде қалдық сүт, әсіресе бактриан сүтінде, ерекше майлы болды (шамамен 6%). Ұқсас бақылаулар сүтті сиырларда машинамен сауу кезінде жиналған соңғы (тамшылы) сүт үшін хабарланған [30]. Бұл айырмашылықтың негізгі түсіндірмесі альвеола жасушаларында жиналатын май тамшыларының өлшемі мен тұтқырлығына байланысты болуы мүмкін. Май градиенті түйенің сүт безіндегі майдың табиғи бөліну үлгісін көрсетеді, онда сауу барысында май тамшылары үдей түрде жұмылдырылады. Жалпы алғанда, деректер аз майлы, тығызырақ цистерналық сүттен бай, жоғары майлы қалдық сүтке дейінгі құрамдық ауысуды нақты көрсетеді, бұл дромедарларда сүт бөлінуінің сиырлар мен ешкілердегіге ұқсас кезеңдік үлгіге сәйкес жүретінін растайды. Нәтижесінде, әдебиетте әдетте хабарланатын түйе сүтіндегі төмен май мөлшері альвеолярлық бөліктің толық сауылмауымен де ішінара түсіндірілуі мүмкін, әсіресе оның едәуір бөлігі емізіп жатқан түйе ботасына қалдырылса.

Майға қарама-қарсы, ақуыз концентрациялары тұрақты болды. Жалпы қабылданғандай, ақуыздар сүттің сулы бөлігінде болады және желіндың әртүрлі бөліктері арасында, альвеола жасушаларынан цистернаға дейін еркін өтуі мүмкін. Сүт фракциялары арасындағы ақуыздың тұрақтылығына қатысты ұқсас бақылаулар дромедарда және басқа түрлерде де [31] байқалды. Дегенмен, Ayadi et al. (2009) дромедарға қатысты бұрынғы зерттеуінде альвеолярлық сүтте цистерналыққа қарағанда айтарлықтай жоғары ақуыз мөлшері хабарланды. Авторлар мұндай алшақтықты көптеген түрлерде, соның ішінде түйеде де, сүт фракцияларының таралуына әсер ететіні белгілі сауу аралығындағы айырмашылықпен түсіндірді.

Түйе түрлерінде әртүрлі сүт фракцияларындағы дәрумендер мөлшеріне қатысты әдебиетте деректер болған жоқ. Сүтті сиырларда, бір ескі дереккөзде [32], B тобындағы әртүрлі дәрумендер (тиамин, рибофлавин және фолий қышқылы) мен витамин C цистерналық және қалдық фракцияларда анықталып, фракциялар арасында салыстырмалы тұрақты концентрация көрсетті, әсіресе витамин C үшін (сәйкесінше 20,3 және 20,1 мг/кг). Біздің зерттеуімізде витамин A, D және E бойынша қорытынды жасау қиын болса да (сүт үлгілерінің аз көлемі жеке үлгілерде бұл дәрумендерді анықтауға мүмкіндік бермеді), олар цистерналық сүтте анықтау шегінен төмен болды (бактриан сүтіндегі витамин A-дан басқа). Майда еритін дәрумендер болғандықтан, олардың концентрациялары осы сүт фракциясында төмен концентрацияда болатын маймен байланысты болды. Витамин A көптеген фракцияларда анықтау шегінен төмен болды. Түйе сүті витамин A мөлшерінің төмендігімен белгілі [33]. Керісінше, витамин C — қанмен желінге пассивті түрде тасымалданатын суда еритін компонент, бұл оның цистернада жоғары мөлшерде болуын түсіндіруі мүмкін. Сонымен қатар, түйе сүтіндегі витамин C мөлшерінің қандағы концентрациясымен салыстырғанда жоғары болуы осы дәруменнің бір бөлігі белсенді түрде сүтке бөлінетінін және цистернада жиналуы мүмкін екенін көрсетеді [34]. Бактриан сүтінің барлық фракцияларындағы витамин C концентрациясының дромедармен салыстырғанда жоғары болуы Faye et al. (2008) салыстырмалы зерттеуінде бұрын жасалған бақылауларды растайды.

Минералдарға қатысты, элементтердің көпшілігінің концентрациясы альвеолярлық сүтте төмендеді. Біздің білуімізше, түйедегі сүт фракцияларының минералдық құрамы туралы деректер болған жоқ. Сирек жарияланымдар жалпы күл мөлшеріне сілтеме жасап, цистерналық сүттен альвеолярлық сүтке дейін күл мөлшерінің шамалы, бірақ айтарлықтай төмендеуін хабарлады. Басқа түрлерде көптеген дереккөздер электролиттер (Na, K, Cl) мөлшері мен әртүрлі сүт фракцияларындағы немесе сауу барысындағы маститпен байланысты болды. Ескі дереккөзде Val'dman (1976) [35] сиыр сүті фракцияларының Ca, P, Na және K мөлшерінде айтарлықтай өзгерістердің болмағанын хабарласа, Ontsouka et al. (2003) [36] цистерналық сүттен альвеолярлық сүттің 75%-ына дейін Na мөлшерінің төмендеуін хабарлады. Соңғы альвеолярлық фракцияда (100%) және қалдық сүтте концентрациялар цистерналық сүтпен салыстырмалы болды. Керісінше, K (және

осмолярлық) цистерналықтан альвеолярлық фракцияларға дейін артты, ал Cl сауу барысында өзгермеді. Субклиникалық маститпен зақымдалған желінде да Na мен Cl үшін дәл сол өзгеріс (цистерналық сүтте жоғары концентрация) байқалды [37]. Дені сау сүтті сиырларда Kandeel et al. (2019) [38] лактацияның төртінші аптасында цистерналық сүтте Na концентрациясын 23 ммоль/л, ал альвеолярлық фракцияда 19-22 ммоль/л деп тапты. К үшін де ұқсас өзгеріс хабарланды (сәйкесінше 36-44 ммоль/л vs 33-36 ммоль/л). Sarikaya et al. (2005) те сүтті сиырларда цистерналық фракциядан альвеолярлық сүттің 25%-ына дейін Na мен Cl иондарының концентрацияларының төмендеуін, содан кейін тұрақты мәнді және қалдық сүтте ең төменгі мәнді хабарлады. Окситоцинмен өңделген және өңделмеген Сахивал зебу сүт үлгілерін салыстыра отырып, Hameed et al. (2021) [39] өңделген жануарда Na мен Cl жоғары, ал калий төмен болғанын анықтады, ал басқа негізгі минералдар (Ca, Mg, P, Zn) екі жануар түрінде де ұқсас болды.

Сүттегі электролиттер өзара және ақуыздармен, әсіресе казеин молекулаларымен (Ca, P) біршама байланысты болады немесе диффузды болуы мүмкін (Na, K, Cl). Сондықтан, олардың әртүрлі сүт фракцияларындағы концентрациялары пассивті түрде тасымалданатын немесе эпителий жасушаларында синтезделетін ақуыз компоненттерімен байланысты. Сонымен қатар, май мөлшері мен негізгі минералдар арасындағы теріс корреляциялар хабарланды [40]. Біздің зерттеуімізде сүт фракцияларындағы минералдарға (негізгі де, аз мөлшердегі элементтер де) қатысты байқалған айырмашылықтар, ең алдымен, олардың осы фракциялардың басқа компоненттерімен өзара әрекеттесуіне байланысты болуы мүмкін. Барлық осы элементтердің тасымалдануы желіннің апикальды және базолатеральды мембраналарында орналасқан бірнеше тасымалдау механизмдерінің қатысуын қамтитын күрделі процеске негізделген. Жалпы алғанда, түйе сүтіндегі микроэлементтердің концентрациялары Konuspayeva et al. (2022) [41] сыни шолуында келтірілген мәндерге сәйкес келді. Атап айтқанда, бактриан сүтінде дромедар сүтіне қарағанда минералдар, әсіресе кальций, фосфор және темір көбірек болатыны хабарланған, бірақ біздің зерттеуімізде мырыш, селен немесе марганец сияқты басқа микроэлементтер де бактриан сүтінде көбірек болатын сияқты көрінгенімен, статистикалық талдау жүргізу мүмкін болмады.

Соңында, мышьяк (As), кадмий (Cd), қорғасын (Pb) және сынап (Hg) сияқты уытты элементтер өте төмен мөлшерде (шамамен 0,003 мкг/мл) анықталды, бұл екі түрде де қоршаған орта ластануының минималды екенін растайды.

Соматикалық жасушалар саны (СЖС)

Біздің үлгілерімізде СЖС бойынша нақты үрдіс байқалмады. Жалпы саны цистерналық және альвеолярлық сүт фракциялары арасында айқын өзгермеді. Ұқсас нәтижелер дені сау түйенің сүт фракцияларында, сондай-ақ дені сау сүтті сиырларда, сүтті қойларда және сүтті ешкілерде алынды. Дегенмен, субклиникалық маститпен ауыратын сүтті сиырларда альвеолярлық және қалдық фракцияларда жоғары СЖС байқалды. Sarikaya et al. (2005) [42] бойынша, СЖС цистерналық сүттен альвеолярлық сүттің 25% бөлігіндегі ең төменгі деңгейге дейін төмендеп, содан кейін қалдық сүтте максимумға дейін артады. Дегенмен, мұндай үлгі әмбебап емес сияқты, себебі цистерналық және альвеолярлық сүттегі СЖС сауу кезеңінен басқа факторлардың да әсеріне ұшырауы керек.

Қорытынды. Бұл мақала алғаш рет бактриан түйесінің сүтіндегі фракциялану мен сүт фракцияларының құрамы туралы ақпарат берді. Сүтті түйенің, дромедар болсын, бактриан болсын, цистернасы кіші болады, бұл сауу процедурасына маңызды салдарын тигізеді. Негізгі сүт компоненттерінің, сондай-ақ минералдар мен кейбір дәрумендердің өзгерістері екі түрде де салыстырмалы болды, дегенмен әртүрлі сүт фракцияларындағы май мен витамин С сияқты кейбір элементтердің үлестері бойынша айтарлықтай айырмашылықтар байқалды. Дегенмен, әдебиеттегі нәтижелермен жақсырақ салыстыру алу үшін тәжірибені бактриан түйелерінің үлкенірек санымен және негізінен сауу машинасын пайдалана отырып қайталау қажет. Сонымен қатар, лактация кезеңі, сауу аралығы немесе паритет сияқты басқа факторларды да зерттеуге болады.

Қаржыландыру. Зерттеулер 2024-2026 жылдара арналған «BR22886598

Қазақстандық түйе популяцияларының генетикалық әлеуетін арттырудың инновациялық әдістерін әзірлеу, сондай-ақ түйе өнімдерін өндіру мен өңдеудің тиімді технологияларын қолдану» Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігінің бағдарламасы шеңберінде жүргізілді.

Әдебиеттер:

[1] **Kumar, M.**, Nehara M., Prakash V., Pannu U., Jyotsana B. Udder, teat, and milk vein measurements of Indian dromedary camel and its relationship with milkability traits //Tropical Animal Health and Production. – 2023. – Vol. 55. – №. 1. – P. 36. https://doi.org/10.1007/s11250-023-03457-y

[2] **Atigui, M.**, Brahmi M., Hammadi, I., Marnet, P. G., & Hammadi M. Machine milkability of dromedary camels: Correlation between udder morphology and milk flow traits //Animals. – 2021. – Т. 11. – №. 7. – P. 2014. https://doi.org/10.3390/ani11072014

[3] **Bruckmaier R. M.**, Rothenanger E., Blum J. W. Measurement of mammary gland cistern size and determination of the cisternal milk fraction in dairy cows. – 1994. – P. 543-546

[4] **Ayadi, M.**, Caja G., Such X., Knight C. H. Use of ultrasonography to estimate cistern size and milk storage at different milking intervals in the udder of dairy cows //Journal of Dairy Research. – 2003. – Vol. 70. – №. 1. – P. 1-7. https://doi.org/10.1017/S0022029902005873

[5] **Salama, A. A. K.**, Caja G., Such X., Peris S., Sorensen A., Knight C.H. Changes in cisternal udder compartment induced by milking interval in dairy goats milked once or twice daily //Journal of Dairy Science. – 2004. – Vol. 87. – №. 5. – P. 1181-1187. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73267-1

[6] **Castillo, V.**, Such X., Caja G., Salama A. A. K., AlbanellE., Casals R. Changes in alveolar and cisternal compartments induced by milking interval in the udder of dairy ewes //Journal of Dairy Science. – 2008. – Vol. 91. – №. 9. – P. 3403-3411. https://doi.org/10.3168/jds.2008-1097

[7] **Ayadi, M.**, Aljumaah R.S., Musaad A., Samara E. M., Abdelrahman M. M., Alshaikh M. A., Faye, B. Relationship between udder morphology traits, alveolar and cisternal milk compartments and machine milking performances of dairy camels (Camelus dromedarius) //Spanish Journal of Agricultural Research. – 2013. – Vol. 11. – №. 3. – P. 790-797. https://doi.org/10.5424/sjar/2013113-4060

[8] **Atigui, M.**, Marnet P. G., Bessalah S., Harrabi H., Khorchani T., Hammadi M. Relationship between external and internal udder and teat measurements and milk partitioning in the udder of machine milked camels // Proceedings of the 4th International Society of Camelid Research and Development, Almaty. – 2015. – P. 106-108. https://doi.org/10.1007/s11250-016-1059-9

[9] **Müller, A.**, Wernery, U., Kinne, J., Nagy, P., Juhász, J., Appelt, A., & Wittek, T. Study on anatomical structures of the dromedary udder //Animals. – 2024. – Vol. 14. – №. 11. – P. 1674. https://doi.org/10.3390/ani14111674

[10] **Atigui, M.**, Marnet P.G., Harrabi H., Bessalah S., Khorchani T., Hammadi M. Relationship between external and internal udder and teat measurements of machine milked dromedary camels // Tropical animal health and production. – 2016. – Т. 48. – №. 5. – P. 935-942. https://doi.org/10.1007/s11250-016-1059-9

[11] **McKusick, B. C.**, Thomas D. L., Berger Y. M., Marnet P. G. Effect of milking interval on alveolar versus cisternal milk accumulation and milk production and composition in dairy ewes //Journal of dairy science. – 2002. – Vol. 85. – №. 9. – P. 2197-2206. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74299-9

[12] **Torres, A.,** Castro N., Argüello A., Capote J. Comparison between two milk distribution structures in dairy goats milked at different milking frequencies //Small Ruminant Research. – 2013. – Vol. 114. – №. 1. – P. 161-166. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.04.013

[13] **Thomas, C. S.**, Svennersten-Sjaunja K., Bhosrekar M. R., Bruckmaier R.M. Mammary cisternal size, cisternal milk and milk ejection in Murrah buffaloes //Journal of Dairy Research. – 2004. – Vol. 71. – №. 2. – P. 162-168. https://doi.org/10.1017/S0022029904000081

[14] **Sarwar R. K.**, CS H. Gross and microscopic anatomy of mammary gland of dromedaries under different physiological conditions //Veterinary Journal. – 2001. – P. 189-193.

[15] **Ayadi, M.**, Musaad A., Aljumaah R., Matar, A., Faye B. Effects of manual udder stimulation on milk partitioning and flow traits during the machine milking in dairy camels (Camelus dromedarius) //J. Camel Pract. Res. – 2016. – Vol. 23. – P. 85-89. https://doi.org/10.5958/2277-8934.2016.00012.6

[16] **El-Harairy M. A.**, El-Metwally H. E. A. EFFECT OF MILKING INTERVAL ON SECRETION RATE AND COMPOSITION OF CAMEL MILK //Journal of Animal and Poultry Production. – 2008. – Vol. 33. – №. 7. – P. 4901-4910. https://doi.org/10.1017/S0022029900028375

[17] **Ayadi, M.**, Hammadi M., Khorchani T., Barmat A., Atigui, M., Caja G. Effects of milking interval and cisternal udder evaluation in Tunisian Maghrebi dairy dromedaries (Camelus dromedarius L.) // Journal of dairy science. – 2009. – Vol. 92. – №. 4. – P. 1452-1459. https://doi.org/10.3168/jds.2008-1447

[18] **Abdalla, E. B.**, Ashmawy A.E. H.A., Salama O.A. E.R., Farouk M. H., Khalil F. A., Seioudy A. F., & Caja, G. Effect of milking interval on milk partitioning between udder compartments, milk yield and milk composition in Maghrebi dairy camels // Small Ruminant Research. – 2016. – Vol. 136. – P. 214-220. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.02.001

[19] **Faraz, A.**, Hussain S. M., Iglesias Pastrana, C., Zappaterra M. Good housing: camels and their interaction with the environment //Dromedary camel behavior and welfare: Camel friendly management practices. – Cham : Springer International Publishing, 2024. – P. 71-109. https://doi.org/10.1007/978-3-031-48600-5_5

[20] **Ayadi, M.**, Caja, G., Such X., Rovai, M., & Albanell, E. Effect of different milking intervals on the composition of cisternal and alveolar milk in dairy cows //Journal of Dairy Research. – 2004. – Vol. 71. – №. 3. – P. 304-310. https://doi.org/10.1017/S0022029904000329

[21] **Nurseitova, M.**, Konuspayeva G., Akhmetsadykov N., Nurseitov A. A., Shanbayev B. U., Faye, B. Comparative study of the physicochemical properties of cisternal, alveolar and residual milk of dromedary camels from south Kazakhstan region. – 2025. - Vol. 74 (3-1). -P. 59-65. https://doi.org/10.52081/bkaku.2025.v74.i3-1.315

[22] **Nurseitova M.** Comparison of dairy performances between dromedaries, bactrian and crossbred camels in the conditions of South Kazakhstan //Emirates Journal of Food and Agriculture. – 2014. -Vol. 26(4). -P. 366-370. https://doi.org/10.9755/ejfa.v26i4.17271

[23] **Baimukanov D. A.**, Semenov V. G., Zh Iskhan K. Biological and production capacities of Kazakh Bactrian camels of various pedigrees //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2020. – Vol. 604. – №. 1. – P. 012029. https://doi.org/10.1088/1755-1315/604/1/012029

[24] **Alhadrami G. A.**, Faye B. Animals that produce dairy foods: Camel. Reference Module in Food Science. – 2016. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818766-1.00364-0

[25] **Atigui, M.**, Hammadi M., Bessalah S., Harrabi H., Khorchani, T., Marnet P. G. Evolution de la taille des citernes et de la répartition du lait dans la mamelle chez la chamelle (Camelus dromedarius) durant la lactation Cisternal sizes and milk partitioning in the udder according to lactation stage in camels (Camelus dromedarius). Renc. Rech. Ruminants, – 2014. – P. 21

[26] **Atigui, M.**, Marnet P.G., Harrabi H., Bessalah S., Khorchani T., Hammadi, M. Relationship between external and internal udder and teat measurements of machine milked dromedary camels // Tropical animal health and production. – 2016. – T. 48. – №. 5. – P. 935-942. https://doi.org/10.1007/s11250-016-1059-9

[27] **Al-Hayani, Abdulaziz A.**, A. M. Abu Nikhaila, and A. A. Tarig, trans. “Changes in Udder Compartments (Alveolar and Cisternal) Depending on Lactation Stage and Parity in Crossbred Cows”. Thamar University Journal of Natural & Applied Sciences 10, no. 1 (June 27, 2025). -P. 8 – 11. https://doi.org/10.59167/tujnas.v10i1.2673

[28] **Torres, A.**, Hernández Castellano, L.E., Morales De La Nuez, A. J., Castro Navarro, N., Argüello Henríquez, A., Sánchez Macías, D., & Capote Álvarez, J. F. Effect of milking frequency and genotype on milk partitioning and milk quality. – 2010. https://accedacris.ulpgc.es/handle/10553/123486

[29] **Bidarimath M.**, Aggarwal A. Studies on cisternal and alveolar fractions & its composition and mammary health of Murrah buffaloes administered oxytocin //Tropical Animal Health and Production. – 2007. – T. 39. – №. 6. – C. 433-438. https://doi.org/10.1007/s11250-007-9042-0

[30] **Jenni B.**, Wellnitz O., Bruckmaier R. M. Estimation of udder emptying based on milk constituents of strip samples after milking //Journal of dairy science. – 2024. – Vol. 107. – №. 8. – P. 6322-6329. https://doi.org/10.3168/jds.2024-24692

[31] **Dzidic, A.**, Kuehnl J., Simic, M., Bruckmaier R. M. Effects of short and long milking intervals on milking characteristics and changes of milk constituents during the course of milking in crossbred Istrian× Awassi× East-Friesian ewes //Journal of dairy research. – 2022. – Vol. 89. – №. 1. – P. 65-70. https://doi.org/10.1017/S0022029922000036

[32] **Gul'ko L. E.** Vitamin content of milk from different fractions of a milking. – 1975. - P. 77-80.

[33] **Faye B.**, Konuspayeva G., Bengoumi M. Vitamins of camel milk: a comprehensive review //Journal of Camelid Science. – 2019. – Vol. 12. – P. 17-32.

[34] **Montalbetti, N.**, Dalghi M. G., Albrecht C., Hediger M. A. Nutrient transport in the mammary gland: calcium, trace minerals and water soluble vitamins //Journal of mammary gland biology and neoplasia. – 2014. – Vol. 19. – №. 1. – P. 73-90. https://doi.org/10.1007/s10911-014-9317-9

[35] **Val'dman V. A.** Fat, protein, lactose and minerals in milk obtained in different phases of milking, and in milk from different quarters. – 1976.

[36] **Ontsouka C. E.**, Bruckmaier R. M., Blum J. W. Fractionized milk composition during removal of colostrum and mature milk //Journal of dairy science. – 2003. – Т. 86. – №. 6. – С. 2005-2011. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73789-8

[37] **Bruckmaier R.M**, Ontsouka C.E, Blum JW (2004) Fractionized milk composition in dairy cows with subclinical mastitis. Vet. Med – Vol. 49(8). – P. 283-290. https://doi.org/10.17221/5706-VETMED

[38] **Kandeel S. A.**, Megahed A. A., Constable P. D. Evaluation of hand-held sodium, potassium, calcium, and electrical conductivity meters for diagnosing subclinical mastitis and intramammary infection in dairy cattle //Journal of veterinary internal medicine. – 2019. – Vol. 33. – №. 5. – P. 2343-2353. https://doi.org/10.1111/jvim.15550

[39] **Hameed, A.**, Anjum F. M., Rehman Z., Akhtar S., Faraz A., Hussain M., Ismail A. Compositional and mineral profile of Sahiwal cow milk at various lactation stages as influenced by oxytocin administration //Pakistan J. Zool. – 2021. – Vol. 2021. – P. 1-7. https://doi.org/10.17582/journal.pjz/20200221050237

[40] **Zamberlin, Š.**, Antunac N., Havranek J., Samaržija D. Mineral elements in milk and dairy products //Mljekarstvo: Dairy Experts Journal. – 2012. – Vol. 62. – №. 2. – P. 111-125. https://hrcak.srce.hr/83327

[41] **Konuspayeva G.**, Faye B., Bengoumi M. Mineral status in camel milk: A critical review //Animal Frontiers. – 2022. – Vol. 12. – №. 4. – P. 52-60. https://doi.org/10.1093/af/vfac044

[42] **Sarikaya, H.**, Werner-Misof C., Atzkern M., Bruckmaier R. M. Distribution of leucocyte populations, and milk composition, in milk fractions of healthy quarters in dairy cows //Journalof Dairy Research. – 2005. – Vol. 72. – №. 4. – P. 486-492. https://doi.org/10.1017/S0022029905001317

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И СОСТАВ ФРАКЦИЙ МОЛОКА ВЕРБЛЮДОВ ДРОМЕДАР (*CAMELUS DROMEDARIUS*) И БАКТРИАН (*CAMELUS BACTRIANUS*)

Нурсейтова М.А.[1], PhD, ассоциированный профессор
Шанбаев Б.У.[1],
Ахметсадыкова Ш.Н.[1, 2, 3], PhD
Амутова Ф.Б.[1], PhD, ассоциированный профессор
Конуспаева Г.С.[1, 4], HDR, профессор
Файе Б.[5], HDR, профессор

[1]ТОО «Научно-производственное предприятие "Антиген"», г. Алматы, Казахстан
[2]Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства, г.Алматы, Казахстан
[3] Алматинский технологический университет, г., Алматы, Казахстан
[4]Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан
[5]Международный центр сотрудничества в области сельскохозяйственного развития (CIRAD), UMR SELMET, Международный кампус Байярге, г.Монпелье, Франция

Аннотация. Настоящее исследование посвящено сравнительному анализу объема и состава цистернальной (Ц), альвеолярной (А) и остаточной (О) фракций молока семи двугорбых верблюдиц (*Camelus bactrianus*) и четырнадцати одногорбых верблюдиц (*Camelus dromedarius*), находившихся на 150±15-й день после верблюжения и содержавшихся в Южном Казахстане. Целью исследования было определение соотношения молочных фракций, а также изучение их физико-химического состава, витаминного и минерального профиля у двух видов верблюдов.

Животным вводили атозибан (CAS 90779-69-4) в дозе 10 мкг/кг массы тела, после чего каждой верблюдице инъецировали 4 мл окситоцина (РК-ЛС-5№022381) и проводили ручное доение традиционным способом. От каждого животного были получены образцы цистернального, альвеолярного и остаточного молока, в которых определяли содержание белка, сухого вещества, сухого обезжиренного остатка, жира, плотность, pH, количество соматических клеток, витамина С, а также витаминов А, D и Е, макро- и микроэлементов.

Результаты исследования показали, что наиболее выраженные различия между молочными фракциями наблюдались по содержанию жира и витамина С. У дромедаров цистернальная,

альвеолярная и остаточная фракции составляли соответственно 2,77%, 91,18% и 6,05% от общего объема надоенного молока, тогда как у бактрианов эти показатели составили 6,84%, 87,87% и 5,93%. Содержание жира закономерно возрастало от цистернальной к остаточной фракции: у дромедаров — с 1,94 до 5,96%, у бактрианов — с 2,48 до 6,25%. Концентрация белка и значение pH оставались относительно стабильными во всех фракциях. В альвеолярном молоке была выявлена более низкая концентрация большинства макро- и микроэлементов, тогда как жирорастворимые витамины преимущественно обнаруживались в альвеолярной и остаточной фракциях.

Впервые в условиях Казахстана дана комплексная характеристика состава различных фракций молока бактрианов и проведено сравнительное исследование особенностей фракционирования молока у бактрианов и дромедаров. Полученные результаты могут служить научной основой для совершенствования технологии доения верблюдов, оценки качества молока и оптимизации промышленных систем доения. Для подтверждения полученных данных рекомендуется проведение аналогичных исследований на большем количестве животных с использованием машинного доения.

Ключевые слова: бактриан; дромедар; фракции молока; состав молока; минералы; витамины.

COMPARATIVE CHARACTERIZATION AND COMPOSITION OF MILK FRACTIONS IN DROMEDARY (*CAMELUS DROMEDARIUS*) AND BACTRIAN (*CAMELUS BACTRIANUS*) CAMELS

Nurseitova M.A.[1], PhD, Associate Professor
Shanbayev B.U.[1],
Akhmetsadykova Sh.N. [1,2,3], PhD
Amutova F.B. [1], PhD, Associate Professor
Konuspayeva G.S. [1,4], HDR, Professor
Faye B. [5], HDR, Professor

[1]Antigen Research and Production Enterprise LLP, Almaty, Kazakhstan
[2]Kazakh Research Institute of Livestock and Fodder Production, Almaty, Kazakhstan
[3]Almaty Technological University, 100 Tole Bi St., Almaty, Kazakhstan
[4]Department of Biotechnology, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
[5]CIRAD, UMR SELMET, Baillarguet International Campus, Montpellier, France

Annotation. This study presents a comparative analysis of the volume and composition of cisternal (C), alveolar (A), and residual (R) milk fractions obtained from seven Bactrian camels (*Camelus bactrianus*) and fourteen dromedary camels (*Camelus dromedarius*) at 150±15 days postpartum in South Kazakhstan. The objective of the study was to determine the distribution of milk fractions and to evaluate their physicochemical composition, as well as their vitamin and mineral profiles in both camel species.

The animals received atosiban (CAS 90779-69-4) at a dose of 10 μg/kg body weight, followed by the administration of 4 mL of oxytocin (RK-LS-5 No. 022381) per animal, after which milk was collected manually using the conventional milking procedure. Samples of cisternal, alveolar, and residual milk were collected from each animal and analyzed for protein, total solids, solids-not-fat, fat, density, pH, somatic cell count, vitamin C, vitamins A, D, and E, as well as macro- and microelement concentrations.

The results demonstrated that fat content and vitamin C exhibited the greatest variation among milk fractions. In dromedary camels, cisternal, alveolar, and residual milk accounted for 2.77%, 91.18%, and 6.05% of the total milk yield, respectively, whereas in Bactrian camels these values were 6.84%, 87.87%, and 5.93%, respectively. Fat content increased progressively from the cisternal to the residual fraction, ranging from 1.94% to 5.96% in dromedaries and from 2.48% to 6.25% in Bactrians. Protein concentration and pH remained relatively constant across all milk fractions. The alveolar fraction contained lower concentrations of most macro- and microelements, whereas fat-soluble vitamins were predominantly detected in the alveolar and residual fractions.

This study provides the first comprehensive characterization of milk fractions in Bactrian camels under the conditions of Kazakhstan and presents a comparative evaluation of milk fractionation in Bactrian and dromedary camels. The findings provide a scientific basis for improving camel milking technology, milk quality assessment, and the optimization of industrial milking systems. Further studies involving machine-milked camels and a larger number of animals are recommended to validate these findings.

Keywords: Bactrian camel; dromedary camel; milk fractions; milk composition; minerals; vitamins

ҒТАМР 68.37.13 https://doi.org/10.52081/bkaku.2026.v78.i3.378
УДК: 634.1:631.147

ОРГАНИКАЛЫҚ ӨНДІРІС ЖАҒДАЙЫНДА АЛМА АҒАШЫНЫҢ ОТЫРҒЫЗУ МАТЕРИАЛЫН АЛУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Кадирсизова Ж.К.[1], ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі
zhanara78kz@mail.ru, https://orcid.org/0009-0006-4235-7843
Әлімбекова Б.Е.[1], ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі
baltomi@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-0989-9281
Уразаева М.В.[1], ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі
marina_4069@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-8190-835
Қазыбаева С.Ж.[1*], ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор
kazybaeva.1967@mail.ru, https://orcid.org/0000-0002-6833-0466
Бастаубаева Ш.О.[2], ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
sh.bastaubaeva@mail.ru, https://orcid.org/0000-0003-2588-5880

[1] *«Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан*
[2] *«Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан*

Аңдатпа. Органикалық жеміс шаруашылығының дамуы синтетикалық тыңайтқыштар мен химиялық қорғау құралдарын пайдаланбай жоғары сапалы отырғызу материалын өндіруге мүмкіндік беретін тиімді технологияларды әзірлеуді талап етеді. Зерттеудің мақсаты Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы органикалық тәлімбақ жағдайында алма ағашының біржылдық алма көшеттерін өсіру кезінде биопрепараттар мен органикалық тыңайтқыштардың әсерін бағалау болды. Зерттеулер 2024–2026 жылдары «Сады Жетісу Трейд» ЖШС тәлімбағында жүргізілді. Нысан ретінде ММ106, Б7-35 және Арм-18 клондық телітушілеріне телінген Гала сорты пайдаланылды. Тәжірибеде дәстүрлі өсіру технологиясы биопрепараттар (Фитолаза, Биосок-Энерджи+, Агро-Сорб Фолиум және Нано-күкірт) қолданылған органикалық жүйемен салыстырылды. Бағалау барысында өсімдіктердің өсу қарқыны, тамыр жүйесінің дамуы және стандартты алма көшеттердің шығымы зерттелді. Нәтижелер биологиялық препараттарды қолдану тамыр түзілу үдерісін күшейтіп, алма көшеттердің вегетативтік өсуін жақсартқанын көрсетті. Ең жоғары тиімділік Арм-18 телітушісінде байқалса, биометриялық көрсеткіштер мен отырғызу материалы сапасының ең оңтайлы үйлесімі Гала/Б7-35 комбинациясында анықталды. Органикалық технологияны пайдалану стандарт талаптарына сәйкес келетін көшеттер үлесінің артуына ықпал етті. Алынған нәтижелер биопрепараттар мен органикалық тыңайтқыштарды қолданудың алма көшеттерін өсірудегі тиімділігін дәлелдейді және оларды экологиялық қауіпсіз әрі тұрақты тәлімбақ өндірісінде пайдалану мүмкіндігін көрсетеді.

Тірек сөздер: органикалық көшет шаруашылығы, алма ағашы, клондық телітушілер, органикалық тыңайтқыштар, биопрепараттар, отырғызу материалы.

Кіріспе. Соңғы онжылдықтарда органикалық ауыл шаруашылығы аграрлық өндірістің тұрақты дамуының негізгі бағыттарының бірі ретінде қарастырылып келеді. Ол экологиялық қауіпсіз өнім алуға және табиғи ресурстарды сақтауға бағытталған. Органикалық бақ шаруашылығы экологиялық бағытталған егіншіліктің құрылымында маңызды орын алады және әлемнің көптеген елдерінде оның егіс алқаптарының ұлғаюымен әрі өнімге деген сұраныстың артуымен сипатталады [1–3]. Осыған байланысты органикалық өндіріс қағидаларына сәйкес өсірілген жеміс дақылдарының жоғары сапалы әрі сертификатталған отырғызу материалына деген қажеттілік артып отыр.

Отырғызу материалының сапасы жеміс бақтарының өнімділігі мен олардың ұзақ мерзімділігін айқындайтын негізгі факторлардың бірі болып табылады. Бірқатар зерттеулердің мәліметтері бойынша, болашақ бақтың өнімділігінің 30–40 %-ға дейінгі бөлігі

көшеттердің сапасына, олардың физиологиялық жағдайына және тамыр жүйесінің даму деңгейіне байланысты [4,5]. Сондықтан тәлімбақтарда стандартты отырғызу материалын өсіру технологияларын әзірлеу қазіргі заманғы бақ шаруашылығының маңызды міндеттерінің бірі болып саналады.

Соңғы жылдары әлемдік тәжірибеде синтетикалық тыңайтқыштар мен өсімдіктерді қорғаудың химиялық құралдарын қолдануды азайтуға бағытталған өсімдіктердің өсуін биологиялық әдістермен ынталандыру мәселелері белсенді зерттелуде. Биологиялық тыңайтқыштар мен биостимуляторларды қолдану өсімдіктердің өсуін жақсартуға, физиологиялық процестердің белсенділігін арттыруға және қоршаған ортадағы стресс факторларына төзімділігін күшейтуге ықпал етеді [6–9].

Зерттеулер көрсеткендей, биотыңайтқыштар мен биостимуляторлар пайдалану алма ағашының жас өсімдіктерінде тамыр жүйесінің өсуін белсендіреді, өркендердің ұзындығын және штамб диаметрін арттырады [10–12]. Өсімдіктердің өсуін ынталандыратын ризобактериялар тобына (PGPR) жататын микроорганизмдер фитогормондарды синтездей алады, фосфаттарды ерітіп, өсімдіктердің қоректенуін жақсартады. Бұл өз кезегінде жеміс дақылдарының өсуі мен дамуына оң әсерін тигізеді [6].

Қазіргі зерттеулердің маңызды бағыттарының бірі – жеміс дақылдарының дамуындағы топырақ микробиотасы мен ризосфера микробиомының рөлін зерттеу болып табылады. Тамыр аймағында қолайлы микробиологиялық қауымдастықтың қалыптасуы өсімдіктердің топырақтың шаршауына және ауруларға төзімділігін арттыруға ықпал ететіні анықталған. Атап айтқанда, алма ағашының қайта отырғызу ауруына (Apple Replant Disease) қарсы тұрақтылықты күшейтеді [13,14]. Ризосфера микробиомын басқару отырғызу материалының бейімделгіштігін арттырудың болашағы зор, экологиялық қауіпсіз тәсілі ретінде қарастырылуда. Биопрепараттармен қатар органикалық тыңайтқыштар мен органикалық топырақ қоспаларын қолдануға да үлкен көңіл бөлінуде. Оларды пайдалану топырақтың физикалық-химиялық қасиеттерін жақсартуға, органикалық заттардың мөлшерін арттыруға және топырақ микрофлорасының биологиялық белсенділігін күшейтуге ықпал етеді [15–17]. Зерттеулер органикалық тыңайтқыштар мен био-көміртекті материалдарды қолдану көшеттердің өсуін едәуір жақсартып, жеміс дақылдарының отырғызу материалының сапасын арттыра алатынын дәлелдейді [18].

Сапалы отырғызу материалын қалыптастыруда клондық телітушілерді дұрыс таңдау маңызды рөл атқарады. Телітуші ағаштың өсу күшін, стресс факторларына төзімділігін, өнімділігін және болашақ бақтардың ұзақ мерзімділігін анықтайды [19,20]. Қазіргі зерттеулер алма ағашының клондық телітушілерінің айтарлықтай генетикалық әртүрлілігін көрсетеді, бұл нақты топырақ-климаттық жағдайлар мен өсіру технологияларына ең бейімделген формаларды таңдауға мүмкіндік береді [21–24].

Органикалық бақ шаруашылығы мен жеміс дақылдарының отырғызу материалын өсіру мәселелеріне арналған зерттеулер саны айтарлықтай болғанымен, олардың басым бөлігі Еуропа, Солтүстік Америка және Шығыс Азия жағдайында жүргізілген. Орталық Азия мен Қазақстанның оңтүстік-шығыс аймағының топырақ-климаттық жағдайлары үшін мұндай зерттеулер шектеулі сипатта, сондықтан жеміс дақылдарының органикалық отырғызу материалын өсірудің бейімделген технологияларын әзірлеу қажеттілігі туындайды [25].

Осыған байланысты Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы органикалық тәлімбақ жағдайында алма көшеттерін өсіру кезінде органикалық тыңайтқыштар мен биопрепараттарды қолданудың тиімділігін зерттеу өзекті болып табылады.

Зерттеудің мақсаты – Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы органикалық тәлімбақ жағдайында әртүрлі клондық телітушілердегі алманың біржылдық көшеттерінің тамыр жүйесінің қалыптасуы мен биометриялық көрсеткіштеріне биопрепараттар мен органикалық тыңайтқыштар кешенінің әсерін тәжірибелік тұрғыда бағалау.

Материалдар мен әдістер. Зерттеулер 2024–2025 жылдары Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының (ЖШС «ҚазЖКШҒЗИ») базасында, Еңбекшіқазақ ауданы аумағындағы «Сады Жетісу Трейд» ЖШС питомнигінде жүргізілді.

Ауданның топырақ-климаттық жағдайлары континенттік климатпен, топырақ жамылғысы сұр топырақтардың жеңіл саздақ механикалық құрамымен сипатталады. 2024–2025 жылдардағы метеорологиялық жағдайларды талдау 2025 жылы вегетациялық кезеңнің 2024 жылмен салыстырғанда жылырақ әрі құрғақ болғанын көрсетті. Ауа температурасының жоғары болуы және жауын-шашын мөлшерінің азаюы өсімдіктердің өсу қарқынына әсер еткенімен, екі жылдағы да жағдайлар алма көшеттерін өсіруге қолайлы болды. Бұл биопрепараттар мен органикалық тыңайтқыштардың тиімділігін әртүрлі ауа райы жағдайларында бағалауға мүмкіндік берді (1-кесте).

1-кесте – Зерттеу жүргізілген кезеңдегі метеорологиялық жағдайлар (Еңбекшіқазақ ауданы, 2024–2025 жж.)

Ай	Ауаның орташа температурасы, °C (2024)	Жауын-шашын мөлшері, мм (2024)	Ауаның орташа температурасы, °C (2025)	Жауын-шашын мөлшері, мм (2025)
Сәуір	17,1	28,7	19,2	13,0
Мамыр	21,4	42,3	22,8	35,4
Маусым	25,7	31,8	26,5	27,6
Шілде	29,3	18,5	30,1	15,8
Тамыз	28,6	16,2	29,4	12,7
Қыркүйек	22,4	21,5	23,1	18,3
Қазан	15,7	37,6	16,3	29,8
Орташа/жиынтығы	**22,9**	**196,6**	**23,9**	**152,6**

Зерттеу нысандары: ММ106, Б7-35 және Арм-18 клондық телітушілеріндегі «Гала» сортының біржылдық алма көшеттері. Тәжірибе екі нұсқадан тұрды: бақылау (биопрепараттарсыз) және биопрепараттарды (Фитолаза, Биосок-Энерджи+, Агро-Сорб Фолиум, Нано-күкірт) және органикалық тыңайтқыштарды қолданған тәжірибелік нұсқа. Тәжірибе төрт қайталымда қойылды, әр қайталымда 25 өсімдіктен болды. Биопрепараттар вегетациялық кезең ішінде үш рет енгізілді. Телітушіге окулировка тамыз айында ұйқыдағы бүршік әдісімен жүргізілді. Бағаланған биометриялық көрсеткіштер: телітушілер мен көзшелердің жерсінуі (%), көшеттердің биіктігі (см), штамб диаметрі (мм), негізгі тамырдың ұзындығы (см), жанама тамырлардың саны мен ұзындығы (см), стандартты көшеттердің шығымы (%). Топырақ үлгілері әр танапты салу алдында 0–20 және 20–40 см тереңдіктен алынды. Зертханалық жағдайда гумус мөлшері, азоттың, фосфордың және калийдің жылжымалы формалары, pH көрсеткіші және топырақтың элементтік құрамы анықталды (2-кесте).

2-кесте – Тәжірибе учаскесінің топырағының агрохимиялық және элементтік құрамы (зертханалық талдау нәтижелері)

Көрсеткіш	Өлшем бірлігі	Нәтиже
1	**2**	**3**
Гумус мөлшері	%	2,74
pH (су сығындысы)	бірлік	6,92
Жеңіл гидролизденетін азот (N)	мг/кг	98
Жылжымалы фосфор (P_2O_5)	мг/кг	42
Алмаспалы калий (K_2O)	мг/кг	246
Кальций (Ca)	мг/кг	3120
Магний (Mg)	мг/кг	214
Темір (Fe)	мг/кг	18650
Марганец (Mn)	мг/кг	540
Мырыш (Zn)	мг/кг	2,8
Мыс (Cu)	мг/кг	1,6
Бор (B)	мг/кг	0,78

1	2	3
Жалпы азот	%	0,142
Жалпы фосфор	%	0,096
Жалпы калий	%	1,84

Зерттеу учаскесінің агрохимиялық талдауы топырақтың алма көшеттерін өсіруге қолайлы құнарлылық деңгейін көрсетеді. Гумус мөлшері 2,74 % деңгейінде болып, топырақтың органикалық заттармен орташа қамтамасыз етілгенін білдіреді. Топырақ реакциясы бейтарапқа жақын (pH = 6,92), бұл қоректік элементтердің сіңімділігі үшін оңтайлы жағдай қалыптастырады. Жеңіл гидролизденетін азот мөлшері 98 мг/кг деңгейінде болып, орташа қамтамасыз етілген топырақты сипаттайды. Жылжымалы фосфор (42 мг/кг) және алмаспалы калий (246 мг/кг) көрсеткіштері де орташа деңгейде, бұл өсімдіктердің бастапқы өсу кезеңінде минералдық қоректенуінің шектеулі, бірақ тұрақты болуын қамтамасыз етеді. Кальций (3120 мг/кг) және магний (214 мг/кг) мөлшерлері топырақтың құрылымдық тұрақтылығын және физиологиялық процестердің қалыпты жүруін қамтамасыз етеді. Микроэлементтер (Fe – 18650 мг/кг, Mn – 540 мг/кг, Zn – 2,8 мг/кг, Cu – 1,6 мг/кг, B – 0,78 мг/кг) алма дақылдарының өсуі мен тамыр жүйесінің қалыптасуына жеткілікті деңгейде екені анықталды.

Жалпы алғанда, зерттеу учаскесінің топырағы алма көшеттерін органикалық өндіріс жағдайында өсіруге жарамды болып табылады. Дегенмен, азот пен фосфордың орташа деңгейі биопрепараттар мен органикалық тыңайтқыштарды қолдану арқылы қосымша қоректендірудің тиімділігін арттыру қажеттілігін көрсетеді.

Статистикалық өңдеу:

Орташа мән (M), стандарттық ауытқу (SD), орташа мәннің стандарттық қателігі (±m), вариация коэффициенті (V, %) есептелді.

Тәжірибе нұсқалары арасындағы айырмашылықтардың сенімділігі — $p \leq 0,05$ деңгейінде $EKEA_{05}$ қолданылған ANOVA әдісімен анықталды.

Морфометриялық көрсеткіштердің өзара байланысын анықтау үшін Пирсон корреляциялық талдауы (r) жүргізілді.

Деректерді өңдеу **Microsoft Excel** және **Statistica 10.0** бағдарламаларының көмегімен жүзеге асырылды.

Нәтижелер және талқылау. Алынған нәтижелер өсіру жағдайлары мен қолданылған агротехнологиялық тәсілдердің алманың біржылдық көшеттерінің биометриялық көрсеткіштеріне айтарлықтай әсер ететінін көрсетті. Отырғызу материалының сапасын бағалаудың негізгі критерийлері өсімдіктердің биіктігі, штамб диаметрі және жанама өркендердің саны болды. 3-кесте деректерінен көрінгендей, өсірудің органикалық технологиясын қолдану дәстүрлі технологиямен салыстырғанда өсімдіктердің морфологиялық көрсеткіштерінің жақсаруына ықпал етті.

3-кесте – Әртүрлі өсіру технологиялары кезінде алманың біржылдық көшеттерінің биометриялық көрсеткіштері (орташа 2024-25 жж)

Нұсқа	Өсімдіктің биіктігі, см	Штамб диаметр, мм	Бүйірлік бүршік саны, дана
Бақылау(дәстүрлі технология)	112 ±2.1	11.3 ±0.4	3.2 ±0.3
Органикалық технология	126 ±2.4	12.8 ±0.5	4.5 ±0.4
Органикалық технология + биопрепараттар	134 ±2.6	13.6 ±0.6	5.1 ±0.5
EEA_{05}	6,1	0,9	0,8

Деректерді талдау органикалық технологияны қолдану бақылаумен салыстырғанда өсімдіктердің биіктігінің 14 см-ге артуын қамтамасыз еткені анықталды. Бұл көрсеткіш

ЕКЕА$_{05}$ мәнінен (6,1 см) жоғары, яғни тәжірибе нұсқалары арасындағы айырмашылықтың статистикалық тұрғыдан сенімді екенін дәлелдейді.

Штамб диаметрі 1,5–2,3 мм-ге артты, бұл да ЕКЕА$_{05}$ мәнінен (0,9 мм) жоғары болды. Өсімдіктердің өсуінің ең жоғары көрсеткіштері органикалық технологияны биопрепараттармен бірге қолдану кезінде байқалды.

Жанама өркендердің саны 3,2-ден 5,1 данаға дейін артты, бұл қарқынды бақтар үшін отырғызу материалы сапасының маңызды көрсеткіші болып табылады.

Тәлімбақ шаруашылығының тиімділігін сипаттайтын ең маңызды көрсеткіштердің бірі – стандартты көшеттердің шығымы. Зерттеу нәтижелері қолданылған технологиялардың осы көрсеткішке айтарлықтай әсер ететінін көрсетті (4-кесте).

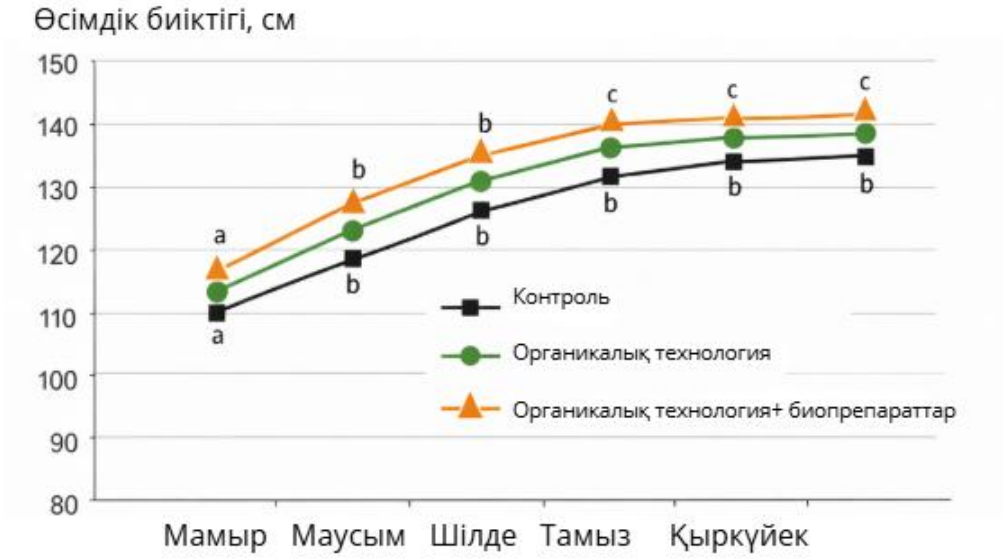
4-кесте – Алманың стандартты көшеттерінің шығымы(орт. 2024-25 жж)

Нұсқа	Өсімдіктер саны, мың дана/га	Стандартты көшеттер, мың дана	Стандартты көшеттердің шығуы, %
Бақылау	40	28.8	72
Органикалық технология	40	33.2	83
Органикалық технология + биопрепараттар	40	35.6	89
ЕЕА$_{05}$	–	3,1	6,4

2-кестеден көрініп тұрғандай, өсірудің органикалық технологиясын қолдану стандартты көшеттердің шығымын 11 %-ға арттырды. Биопрепараттарды қолданған кезде бұл көрсеткіш 89 %-ға жетіп, бақылау нұсқасынан 17 %-ға жоғары болды.

Нұсқалар арасындағы айырмашылық ЕКЕА$_{05}$ мәнінен (6,4 %) жоғары, бұл өсіру технологиясының отырғызу материалының сапасына статистикалық тұрғыдан сенімді әсер ететінін көрсетеді.

Өсімдіктердің өсу динамикасын талдау көшеттердің ең қарқынды өсуі белсенді вегетация кезеңінде (маусым–шілде) байқалғаны анықталды. Осы кезеңде өсімдіктердің жылдық өсімінің негізгі бөлігі қалыптасты (1-сурет).



1-сурет – Тәлімбақтағы алманың біржылдық көшеттерінің өсу динамикасы (орташа 2024-25 жж)

Бақылау кезеңінің барлық уақытында органикалық технология қолданылған нұсқалардағы өсімдіктер бақылаумен салыстырғанда анағұрлым қарқынды өсуімен ерекшеленді.

Алынған нәтижелер тәлімбақтарда алма отырғызу материалын өсіру кезінде органикалық технологияларды қолданудың тиімділігін растайды. Өсімдіктердің морфологиялық көрсеткіштерінің жақсаруы топырақтың биологиялық белсенділігінің артуымен және өсімдіктердің қоректену жағдайының жақсаруымен байланысты.

Ұқсас нәтижелер шетелдік авторлардың зерттеулерінде де байқалған. Онда органикалық тыңайтқыштар мен биопрепараттарды қолдану өсімдіктердің биометриялық көрсеткіштерін 10–25 %-ға арттыратыны анықталған. Атап айтқанда, органикалық технологияларды пайдалану кезінде өсімдіктер биіктігінің және штамб диаметрінің артуы топырақ құрылымының жақсаруымен және қоректік элементтердің қолжетімділігінің жоғарылауымен түсіндіріледі.

Сонымен қатар халықаралық зерттеулерде отырғызу материалының сапасы қарқынды бақ шаруашылығының тиімділігін анықтайтын негізгі факторлардың бірі екендігі атап көрсетіледі. Жақсы дамыған тамыр жүйесі мен қалыптасқан тәжге ие көшеттер ағаштардың ерте жеміс беруіне және жоғары өнімді бақтардың қалыптасуына мүмкіндік береді. Ергежейлі және жартылай ергежейлі телітушілерде қарқынды бақтарға қолайлы, біркелкі әрі стандартты көшеттер қалыптасатыны анықталған. Бұл ретте өсімдіктердің биіктігі мен штамб диаметрінің көрсеткіштері қолданылатын телітушілер мен алма сорттарына байланысты айтарлықтай өзгереді [26].

Біздің зерттеу нәтижелері шетелдік авторлардың деректерімен сәйкес келеді. Олардың зерттеулерінде заманауи телітушілерді қолдану тәлімбақтің бір гектарынан 37–46 мыңға дейін стандартты көшет алуға мүмкіндік беретіні және бұл отырғызу материалын өндірудің жоғары экономикалық тиімділігін қамтамасыз ететіні көрсетілген [27].

Зерттеу барысында алынған агротехникалық тәсілдердің көшеттердің қалыптасуына әсері туралы деректер де басқа зерттеулердің нәтижелерімен үйлеседі. Онда тәлімбақта өсімдіктерді қалыптастырудың механикалық және реттеуші тәсілдерін қолдану жанама өркендердің санын арттырып, біржылдық көшеттердің тәж архитектурасын жақсартатыны көрсетілген. Мұндай көшеттер қарқынды бақтарды отырғызуға анағұрлым қолайлы және олардың ертерек жеміс салуына мүмкіндік береді.

Осылайша, жүргізілген зерттеулер әлемдік ғылыми әдебиетте көрсетілген үрдістерді растайды: алма отырғызу материалын өсірудің тиімділігі сорттың генотипін, қолданылатын телітушіні, өсімдіктерді қалыптастырудың агротехникалық тәсілдерін және топырақтың биологиялық жағдайын қамтитын факторлар кешенімен анықталады. Бұл тәсілдерді тәлімбақ шаруашылығында қолдану заманауи қарқынды бақ шаруашылығы технологияларының талаптарына сай келетін жоғары сапалы органикалық көшеттер алуға мүмкіндік береді.

Қорытынды. Жүргізілген зерттеулер Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы тәлімбақ жағдайында органикалық технологиялар мен биопрепараттарды қолдану алманың біржылдық көшеттерінің морфологиялық көрсеткіштерін айтарлықтай жақсартатынын дәлелдеді. Биопрепараттар кешенін пайдалану өсімдіктердің биіктігінің, штамб диаметрінің, жанама өркендердің саны мен ұзындығының артуына, сондай-ақ тамыр түзілуінің белсенуіне ықпал етті. Өсудің ең жоғары көрсеткіштері Арм-18 телітушісінде байқалды, ал Б7-35 телітушісіндегі «Гала» сортының комбинациясы морфометриялық көрсеткіштер мен стандартты отырғызу материалы шығымының оңтайлы үйлесімін көрсетіп, 89 %-ға жетті.

Органикалық тыңайтқыштар мен биопрепараттарды қолдана отырып өсірудің тиімділігі топырақтың биологиялық белсенділігінің артуымен, өсімдіктердің қоректену жағдайының жақсаруымен және аурулардың пайда болу қаупінің төмендеуімен байланысты. Алынған нәтижелер жергілікті топырақ-климаттық жағдайларға бейімделген сертификатталған отырғызу материалын өндіру үшін тәлімбақ шаруашылығында органикалық әдістерді өнеркәсіптік деңгейде қолдану мүмкіндігін растайды.

Осылайша, биопрепараттарды қолдана отырып органикалық өсіру технологияларын енгізу отырғызу материалының сапасын, стандартталуын және тұрақтылығын арттыруға

ықпал етеді. Бұл Қазақстанның оңтүстік-шығыс өңірінде органикалық бақ шаруашылығын дамыту үшін жоғары практикалық және коммерциялық маңызға ие.

Қаржыландыру. Ғылыми-зерттеу жұмысы 2024–2026 жж. Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі қаржыландыратын (IRN № BR22885418) «Қоршаған ортаның стресс факторларына төзімді, нутрицевтикалық қасиеттері бар және жоғары агрономиялық көрсеткіштерімен ерекшеленетін органикалық жеміс-жидек дақылдарын өсірудің тиімді технологиясын әзірлеу» бағдарлама аясында орындалды.

Әдебиеттер тізімі:

[1] **Granatstein, D.,** Kirby E. Current trends in organic tree fruit production. HortTechnology, 2008, 18, pp. 189–194.

[2] **Reganold, J.P.,** Wachter J.M. Organic agriculture in the twenty-first century. Nature Plants, 2016, 2, Article 15221.

[3] **Gomiero, T.,** Pimentel D., Paoletti M. Environmental impact of different agricultural management systems. Critical Reviews in Plant Sciences, 2011, 30, pp. 95–124.

[4] **Ferree, D.C.,** Warrington I.J. Apples: Botany, Production and Uses. Wallingford: CAB International, 2003, 660 p.

[5] **Sansavini, S.,** Musacchi S., Corelli-Grappadelli L. Apple orchard management in modern intensive systems. Horticultural Reviews, 2012, 40, pp. 45–98.

[6] **Vessey, J.K.** Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil, 2003, 255, pp. 571–586.

[7] **Calvo, P.,** Nelson L., Kloepper J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. Plant and Soil, 2014, 383, pp. 3–41.

[8] **Bulgari, R.,** Franzoni G., Ferrante A. Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. Agronomy, 2019, 9(6), Article 306.

[9] **Van Oosten, M**., Pepe O., De Pascale S., Silletti S., Maggio A. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 2017, 4, Article 5.

[10] **Sobralieva, E.,** Palaeva D., Batukaev A. Biofertilizers for the root system of apple rootstocks. European Proceedings of Multidisciplinary Sciences, 2024, 4, pp. 735–743. DOI: 10.15405/epms.2024.09.83.

[11] **Yao, R.,** Bai R., Yu Q., Bao Y., Yang W. The effect of nitrogen reduction and applying bio-organic fertilisers on soil nutrients and apple fruit quality. Agronomy, 2024, 14(2), Article 345. DOI: 10.3390/agronomy14020345.

[12] **Jarecki, W.,** Buczkowska H. The use of organic additives for replanted soil in apple tree production in a fruit tree nursery. Agriculture, 2023, 13, Article 973. DOI: 10.3390/agriculture13050973.

[13] **Yurgel, S.N.,** Ajeethan N., Ali, S. Rootstock microbiome as a target for manipulation to combat apple replant disease. Scientific Reports, 2025, 15, Article 23498. DOI: 10.1038/s41598-025-05837-w.

[14] **Zhang, L.,** Wang Y., Chen X. Effects of apple rootstocks on soil microecology in replanted orchards. Scientia Horticulturae, 2024, 324, Article 112640.

[15] **Wang, X.,** Bao Q., Sun G., Li J. Application of homemade organic fertilizer for improving apple fruit quality and soil microbial diversity. Agronomy, 2022, 12(9), Article 2055. DOI: 10.3390/agronomy12092055.

[16] **Weibel, F.,** Suter F., Ladner J., Monney P. Improved organic and low-input apple production using rootstocks tolerant to weed competition. Acta Horticulturae, 2008, 772, pp. 73–80.

[17**] Atucha, A.,** Merwin I.A. Soil management effects on tree growth and productivity in apple orchards. HortScience, 2013, 48, pp. 160–167.

[18] **Malusà, E.,** Vassilev N. A contribution to set a legal framework for biofertilizers. Applied Microbiology and Biotechnology, 2014, 98, pp. 6599–6607.

[19] **Yu, B.,** Wang L., Zhang J., Lyu D. Natural grass cultivation management improves apple fruit quality by regulating soil mineral nitrogen content. Metabolites, 2023, 13, Article 925. DOI: 10.3390/metabo13080925.

[20] **Tworkoski, T.,** Glenn D. Apple rootstock performance under different soil and climatic conditions. HortScience, 2010, 45, pp. 1189–1193.

[21] **Zhang, D.** Research and application progress of apple dwarf rootstock breeding and nursery tree propagation technology in China. Acta Horticulturae, 2023, 1401, pp. 85–94.

[22] **Robinson, T.,** Hoying S., Reginato G. Apple orchard planting systems. Acta Horticulturae, 2013, 1058, pp. 243–252.

[23] **Webster, A.D.** Rootstocks for temperate fruit crops: current uses, future potential and alternative strategies. Acta Horticulturae, 2004, 658, pp. 25–34.

[24] **Louws, F.J.,** Rivard C.L., Kubota C. Grafting fruiting vegetables to manage soilborne pathogens. Plant Disease, 2010, 94, pp. 1054–1064.

[25] **Efremova, Yu.,** Urazaeva M. The effect of cultivation technologies on the production of branched apple seedlings. Journal of Biological Research, 2024, 5, pp. 45–52.

[26] **Kviklis, D.,** Lanauskas J., Sakalauskaite J., Kvikliene N., Uselis N. Study of apple rootstocks in nursery conditions. Acta Horticulturae, 2008, 903, pp. 425–429.

[27] **Gulko, V.** The influence of clonal rootstocks on the growth and productivity of apple trees in nurseries for organic production. Bulletin of Lviv National Environmental University. Agronomy Series, 2022, 26.

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ЯБЛОНИ В УСЛОВИЯХ ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Кадирсизова Ж.К.[1], магистр сельскохозяйственных наук
Әлімбекова Б.Е.[1], магистр сельскохозяйственных наук, докторант
Уразаева М.В.[1], магистр сельскохозяйственных наук
Қазыбаева С.Ж.[1]*, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук
Бастаубаева Ш.О.[2], кандидат сельскохозяйственных наук

[1]Казахский научно-исследовательский институт плодоовощеводства, Алматы, Казахстан
[2] Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства, Алматы, Казахстан

Аннотация. Развитие органического садоводства требует совершенствования технологий выращивания посадочного материала, обеспечивающих высокое качество саженцев яблони без применения синтетических удобрений и химических средств защиты растений. Целью исследования являлась оценка влияния комплекса биопрепаратов и органических удобрений на рост и развитие однолетних саженцев яблони в условиях органического питомниководства юго-востока Казахстана. Исследования проводились в 2024–2026 гг. на базе питомника ТОО «Сады Жетысу Трейд» с использованием сорта Гала, привитого на клоновые подвои ММ106, Б7-35 и Арм-18. В ходе эксперимента сравнивали традиционную технологию выращивания с органической системой, включающей применение биопрепаратов Фитолаза, Биосок-Энерджи+, Агро-Сорб Фолиум и Нано-сера. Оценивались показатели роста растений, развитие корневой системы и выход стандартных саженцев яблони. Установлено, что применение биологических препаратов способствовало усилению корнеобразования и улучшению биометрических характеристик растений. Наиболее выраженный положительный эффект отмечен на подвое Арм-18, тогда как оптимальное сочетание показателей роста и качества посадочного материала выявлено у комбинации Гала/Б7-35. Использование органической технологии обеспечило увеличение доли стандартных саженцев по сравнению с традиционным вариантом. Полученные результаты подтверждают перспективность применения биопрепаратов и органических удобрений при выращивании посадочного материала яблони и могут быть использованы для повышения эффективности органического питомниководства и развития экологически устойчивого садоводства.

Ключевые слова: органическое питомниководство, яблоня, клоновые подвои, органические удобрения, биопрепараты, посадочный материал.

FEATURES OF APPLE PLANTING MATERIAL PRODUCTION UNDER ORGANIC FARMING CONDITIONS

Кадирсизова Ж.К.[1], master of agricultural sciences
Әлімбекова Б.Е.[1], master of agricultural sciences, doctoral student
Уразаева М.В.[1], master of agricultural sciences
Қазыбаева С.Ж.[1*], associate professor, Candidate of Agricultural Sciences
Бастаубаева Ш.О.[2], Candidate of Agricultural Sciences

[1] *Kazakh Scientific Research Institute of Fruit and Vegetable Growing, Almaty, Kazakhstan.*
[2] *Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing, Almaty, Kazakhstan*

Annotation. The expansion of organic fruit production requires effective nursery technologies capable of producing high-quality planting material without the use of synthetic fertilizers and chemical plant protection products. The aim of this study was to evaluate the effect of a combination of biological products and organic fertilizers on the growth and development of annual apple nursery trees under organic management conditions in southeastern Kazakhstan. The research was conducted during 2024–2026 at the nursery of Zhetysu Trade Gardens LLP using the apple cultivar Gala grafted onto the clonal rootstocks MM106, B7-35, and Arm-18. A conventional nursery system was compared with an organic technology based on the application of the biological products Phytolaza, Biosok-Energy+, Agro-Sorb Folium, and Nano-Sulfur. Plant growth parameters, root system development, and the proportion of marketable nursery trees were assessed. The results demonstrated that the use of biological products stimulated root formation and improved vegetative growth. The strongest positive response was observed on the Arm-18 rootstock, while the Gala/B7-35 combination showed the most balanced set of biometric and quality characteristics. Organic treatments also increased the proportion of standard nursery trees compared with the conventional technology. The findings indicate the high potential of biological products and organic fertilizers for producing high-quality apple planting material and support their application in sustainable and environmentally friendly nursery production systems.

Keywords: organic nursery production, apple tree, clonal rootstocks, organic fertilizers, biological products, planting material

Қолжазбаларды рәсімдеу жөнінде авторларға арналған нұсқаулық

«Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінің Хабаршысы. Ауыл шаруашылығы ғылымдары» журналында мақала жариялау үшін дайын ғылыми жұмысты автор(лар) Vestnik.korkyt.kz сайтындағы Онлайн мақала жіберу жүйесі арқылы, арнайы нұсқаулықты пайдаланып жіберуге болады. Мақала Windows 10 оперативті жүйесіндегі Word форматында Times New Roman шрифтінде жазылуы қажет (Осы талапта жазылмаған мақала автоматты түрде қабылданбайды). Жарияланым – тілдері қазақша, орысша, ағылшынша. Мақала құрылымы мен безендірілуі:

1. Мақала көлемі 6-12 бет аралығында болуы тиіс (аннотациялар мен әдебиеттер тізімін қоспағанда 6 беттен төмен болмауы тиіс).

– Мақаланы құру схемасы (беті – А4, кітаптық бағдар, туралау – ені бойынша. Сол жақ, үстіңгі және төменгі жақтарындағы ашық жиектері – 2,5 см, оң жағында – 2,0 см. Шрифт: тип Times New Roman, өлшемі – 12) (Windows 10 оперативті жүйесіндегі Word форматында);

- ХҒТАР индексі – бірінші қатар жоғарыда, сол жақта (http://grnti.ru); оң жақта – журналдың doi индексі (префикс және суффикс) – редакцияда беріледі;
- мақала атауы – ортасына қалың он екінші қаріппен;
- автор(лардың)дың аты-жөндерінің бірінші қарпі мен тегі – ортаға 11-қаріп, (авторлар саны 5 адамнан артық болмауы тиіс, 6 адам - жоба шеңберінде жазылған мақалалар үшін рұқсат етіледі (жоба авторлары үшін), негізгі автордың аты-жөніне * белгісі қойылады;
- ұйым, қала, елдің толық атауы – ортаға, курсив – 11-қаріп;
- **Аңдатпа.** Түп нұсқа тілінде (**150-200 сөз**; мақала құрылымын сақтай отырып), өлшемі (кегль) – 11-қаріп;
- **Тірек сөздер** – қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде (3-5 сөз/сөз тіркестері), өлшемі - (кегль) 11-қаріп;
- **Негізгі мәтін** (аралық интервал - 1, «азат жол» - 1,25 см, 12-қаріп) құрылымы төмендегідей болады:

2. **Кіріспе:** тақырыптың таңдалуын негіздеу; таңдалған тақырыптың, мәселенің өзектілігі, объектісі, пәні, мақсаты, міндеті, әдісі, тәсілі, тұжырымы және мағынасын анықтау

3. **Зерттеу материалдары мен әдістері:** материалдар мен жұмыс барысы сипаттамасынан, сондай-ақ пайдаланылған әдістердің толық сипаттамасынан тұруы тиіс.

4. Кестелер, суреттер айтылғаннан кейін орналастырылуы керек. Әр иллюстрациямен жазу(өлшемі (кегль) – 11) болуы керек. Суреттер анық, таза, сканерленбеген болуы керек.

Мақала мәтінінде сілтемелер бар формулалар ғана нөмірленеді. Мәтінде сілтемелер тік жақшада көрсетіледі. Сілтемелер мәтінде қатаң түрде нөмірленуі керек.

5. **Нәтижелер/талқылау:** зерттеу нәтижелерін талдау және талқылау келтіріледі.

6. **Қорытынды/қорытындылар:** осы кезеңдегі жұмысты қорытындылау; автор айтқан ұсынылған тұжырымның ақиқатын растау. Жұмысты қаржылық қолдау туралы ақпарат Қорытындыдан кейін түседі. Әдебиеттер тізімі (өлшемі (кегль) – 11, пайдаланылған әдебиеттер саны – 15-тен кем болмауы қажет). Әдебиеттер тізімінде кириллицада ұсынылған жұмыстар болған жағдайда әдебиеттер тізімін екі нұсқада ұсыну қажет: біріншісі – түпнұсқада, екіншісі – романизацияланған алфавитпен (транслитерация). Мақаладағы дәйексөз тізімінде тек рецензияланған әдебиет көздері, DOI индексі бар әдебиеттер болуы тиіс. Романизацияланған әдебиеттер тізімі http://www.translit.ru сайты арықылы рәсімделуі керек.

7. Авторлар туралы мәліметтер: (автордың(лардың) аты-жөні, ұйымның толық атауы, қаласы, елі, байланыс деректері: телефоны, эл.пошта, орсид номері) 3 тілде.

8. Келген макала талапқа сай рәсімделген жағдайда ғана Антиплагиат бағдарламасы-нан өткізіледі. Тұпнұсқалығы 80 % - дан жоғары көрсеткіште болған макала Редакцияның қарауына жіберіледі. Ал 80% - дан төмен болған мақала автордың толықтыруына жіберіледі. Ал, екінші рет өткізілген жағдайда тиісті көрсеткіш болмаса жарияланымға қабылданбайды. Рецензенттердің оң пікірінен соң мақала журналға қабылданып, авторға төлем жасау жөнінде хабарлама жіберіледі. Автор төлемақының түбіртегін редакцияның электронды почтасына жіберуге міндетті (khabarshy@korkyt.kz).

Руководство для авторов по оформлению рукописей

Готовая научная работа для публикации в журнале «Вестник Кызылординского универ-ситета имени Коркыт Ата. Серия сельскохозяйственных наук» может быть подана автором (авторами) через систему онлайн подачи статей на сайте vestnik.korkyt.kz, используя специальные инструкции. Статья должна быть написана в формате Word в Windows 10 шрифтом Times New Roman (статья, не написанная в соответствии с этим требованием, не будет принята автоматически). Язык публикаций казахский, русский, английский.

Структура и оформление статьи:

1) Объем статьи в пределах от 6 до 12 страниц (не менее 6 страниц, за исключением аннотаций и списка литературы).

- Схема построения статьи (страница – А 4, книжная ориентация, поля с левой, верхней и нижней сторон – 2,5 м, с парвой – 2,0 мм. Шрифт: тип – Times New Roman, размер (кегль) - 12) (В формате Word в операционной системе Windows 10):

- индекс МРНТИ - первая строка сверху слева (http://grnti.ru); индекс DOI (предоставляется редакцией журнала);

- название статьи – прописными буквами по центру полужирным шрифтом, размер – 12;

- инициалы и фамилию автора(ов) – по центру полужирным шрифтом, размер (кегль) – 11 (адрес эл.почты авторов, номер орсид, количество авторов не должно превышать 5 человек, к статьям, написанным в рамках проекта, допускаются 6 авторов (для авторов проекта), на имя основного автора проставляется отметка *;

- полное наименование организации, город, страна – по центру, курсив, размер - 11.

- **Аннотация** на языке оригинала (**150-200** слов; сохраняя структуру статьи) размер - 11.

- **Ключевые слова** (на казахском, русском, английском от 5 до 8 слов/словосочетаний) размер (кегль) - 11.

- **Основной текст** (12 шрифт, межстрочный интервал - 1, отступ «красной строки» - 1,25 см), структура:

2) **Введение**: обоснование выбора темы; актуальность темы или проблемы, определение объекта, предмета, целей, задач, методов, подходов, гипотезы и значения работы.

3) **Материалы и методы исследования**: должны состоять из описания материалов и хода работы, а также полного описания использованных методов.

4) В статье нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте. В ссылках в тексте указывается в квадратных скобках.

5) **результаты/обсуждение**: приводится анализ и обсуждение полученных результатов исследования.

6) **заключение/выводы:** обобщение и подведение итогов работы на данном этапе; подтверждение истинности выдвигаемого утверждения, высказанного автором.

Список литературы (размер (кегль) – 11, количество используемой литературы не менее 15). При наличии в списке литературы работ, представленных на кириллице, список литературы должен быть представлен в двух вариантах: первый - в оригинале, второй - в латинизированном алфавите (транслитерация). Список ссылок в статье должен содержать только рецензируемые литературные источники, литературу с индексом DOI. Список латинизированной литературы должен быть подготовлен через сайт http://www.translit.ru.

7) Сведения об авторах: (должны содержать ФИО автора (ов), полное

наименование организации, город, страна, контактные данные: телефон, эл.почта, номер орсид) на 3-х языках.

8) Статья должна обладать не менее 80% уникальности текста для публикаций.В случае если оригинальность статьи ниже 80%, работа будет возвращена автору для исправление и корректировки. После вторичной проверки статья набирает необходимого показателя в антиплагиат, направляется на рассмотрение редакционной коллегии. Статья, не отвечающая соответствующим требованиям, оригинальность который, проверена дважды, к публикации не принимается. После положительного отзыва рецензентов, статья принимается для публикации в журнал и автору направляется уведомление об оплате. Автор обязан отправить квитанцию об оплате на электронную почту редакции (khabarshy@korkyt.kz).

Manual for authors of manuscripts

Ready scientific work for publication in the journal «Bulletin of Korkyt Ata Kyzylorda University. The series agricultural sciences» can be submitted by the author (authors) through the system of online submission of articles on the site vestnik.korkyt.kz, using special instructions. The article should be written in Word format in Windows 10 in Times New Roman font (an article not written in accordance with this requirement will not be accepted automatically). Language of publications Kazakh, Russian, English.

Structure and design of the article:

1) The size of the article ranges from 6 to 12 pages at least 6 pages, excluding annotations and bibliography).

- description of the scheme of the article (page - A 4, book orientation, indents are calculated with respect to the left top and bottom sides page margins-2.5 m, with right - 2.0 m, Standard font : type - Times New Roman, size (font) - 12) (Word format on Windows 10 operating system):
- the ISTIR index is the first line at the top left (http://grnti.ru).
- DOI index (provided by the editorial office);
- title of article – with capital letters, alignment on the center in bold, size (font) 12.
- initials and last name of author(s) - alignment on the center in bold, size (font) – 11, (e-mail address of the authors, orsid number, the number of authors should not exceed 5 people, 6 authors are allowed to the articles written within the framework of the project (for the authors of the project), a mark is affixed to the name of the main author *;
- the full name of the organization, city, country, alignment on the center, italic, size (font) - 11.
- **Annotation** in the original language (150-200 words; retaining the structure of the article) size (font) - 11.
- **Keywords** (in Kazakh, Russian, English from 5 to 8 words/phrases) size (font) - 11.
- **Main text** (12 font, line spacing - 1, indentation of red line#- 1.25 cm)
- Structure:

2) **Introduction:** rationale for the selection of the topic; relevance of the topic or problem; definition of the object, subject, objectives, tasks, methods, approaches, hypotheses and meanings of the work.

3) **Research materials and methods:** should consist of a description of the materials and the progress of work, as well as a full description of the methods used.

4) In the article, only those formulas that are referenced in the text are numbered. References in the text are indicated in square brackets.

5**) Results/discussion**: an analysis and discussion of the results of the study is given.

6) **Conclusion/conclusions**: summarizing and summarizing the work at this stage; confirmation of the truth of the assertion put forward by the author.

List of references (size (point size) - 11, the number of used literature is at least 15). If there are works presented in Cyrillic in the list of references, the list of references should be presented in two versions: the first - in the original, the second - in the Latinized alphabet (transliteration). The list of references in the article should contain only peer-reviewed literary sources, literature with a DOI index. The list of romanized literature should be prepared through the site http://www.translit.ru.

7) Information about the authors: (should contain the full name of the author (s), full

name of the organization, city, country, contact details: telephone, e-mail, orsid number) in 3 languages.

8) The article must have at least 80% uniqueness of the text for publication. If the originality of the article is below 80%, the work will be returned to the author for correction and correction. After a secondary check, the article gains the required indicator in anti-plagiarism, and is sent for consideration by the editorial board. An article that does not meet the relevant requirements, the originality of which is double-checked, is not accepted for publication. After a positive feedback from the reviewers, the article is accepted for publication in the journal and the author is sent a notification of payment. The author is obliged to send a payment receipt to the editorial office by e-mail (khabarshy@korkyt.kz).

МАЗМҰНЫ

ЕГІНШІЛІК ЖӘНЕ ӨСІМДІК ШАРУАШЫЛЫҒЫ

Шығыс Қазақстанның топырағында ылғалдың бөлінуін реттеуге арналған биоыдырайтын термосезімтал гидрогельді зерттеу
Азимов А.М., Изтлеуов Г. М., Ертаева Ж.Т., Болысбек А. А. 6

Солтүстік Қазақстан жағдайында көпжылдық малазықтық шөптердің алғашқы жылғы қалыптасуына тұқымды минералдық өңдеудің әсері
Байтеленова А.А., Курбанбаев А.И., Байдалин М.Е. 17

Солтүстік Қазақстан аймағына арналған жаңа перспективалы картоп сорттарының бастапқы тұқым шаруашылығын жүргізу арқылы картоп шаруашылығының тиімділігін арттыру
Горбачева В. 28

Солтүстік Қазақстанның құрғақ далалы аймақ жағдайында пісу тобы әртүрлі жаздық жұмсақ бидай үлгілерінің өнім қалыптастырудағы фазааралық кезеңдерінің рөлі
Долинный Ю. Ю., Жирнова И. А., Калибаев Б.Б., Миллер Е. А., Мелконян С.М. 39

Түрлі жасыл дақылдар қоспаларын пайдаланғанда топырақтардың азоттық жай-күйі мен гумусы және оларды енгізу әдістері
Жлоба Г.П., Зуева Н.Б., Келлер Э.Н. 49

Көміртегі секвистризациясының факторы ретінде өсімдік қоспаларын пайдалану арқылы егіс ауыспалы егісін биологизациялау
Жлоба Л.Д., Құнанбаев Қ.К., Жлоба Г.П., Журик С.А. 59

Арпаның негізгі реттеуші гендерінің SNP-маркерлері масақ өнімділігі жоғары генотиптерді іріктеу құралы ретінде
Зотова Л.П., Саутбаев Ж.О., Нұралов А.С. 69

Солтүстік Қазақстан жағдайында пісу мерзімі әртүрлі майбұршақ сорттарының өсу мен өнім қалыптастыру ерекшеліктері
Кипшакбаева Г.А., Сәбит Д.М., Әшірбекова І.Ә., Амантаев Б.О. 86

Солтүстік Қазақстанның құрғақшылық жағдайындағы далалық ауыспалы егістерді салыстырмалы бағалаудың нәтижелері
Қияс А.А., Ахметова Г.К. 99

Күздік бидайдың генетикалық ресурстары Солтүстік Қазақстан жағдайындағы қысқы төзімділік пен агрономиялық сипаттамалары
Моргунов А.И., Савин Т.В., Джиенбаева К.Б., Ысқақов Т.К, Федоренко Е.Н. 114

Жоғары өнімділікке селекциялау үшін жасымықтың бастапқы материалы
Сайкенова А.Ж., Құдайбергенов М.С., Байтаракова К.Ж., Қанатқызы М., Ибаш Н. 129

Жаздық жұмсақ бидайдың f1 және f2 гибридтерінде гетерозис әсерінің көрінуі
Саянов А.Т., Бабайцева Т.А., Шелаева Т.В., Савин Т.В., Ахметов Б.С. 141

«А.Ф. Христенко атындағы Қарағанды ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС-де жаңа сорттар және бастапқы тұқым шаруашылығы
Середа С.Г., Дубовец, Т.А., Середа Т.Г., Эльцер В.В. Убыкина Т.Н. 151

Солтүстік Қазақстанның жағдайында көпқатарлы көктемгі арпаның (hordeum vulgare l.) шаруашылық-құнды белгілерін селекциялау және бағалау
Чудинов В.А., Шпигун В.И., Волкова Г.О., Савин Т.В. 162

Синтетикалық сызықтармен қиылысу кезінде алынған жаздық жұмсақ бидай сызықтарының селекциялық және практикалық құндылығын зерттеу
Чудинов В.А., Шпигун В.И., Бодрая М.Ю., Волкова Г.О., Моргунов А.И., Савин Т.В. 174

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ӨСІМДІКТЕРІН ҚОРҒАУ

Қазақстандағы арпа генетикалық қорының *pyrenophora teres* f. *Teres* қоздырғышы тудыратын торлы дақ ауруына төзімділігін бағалау
Мәуленбай А.Д., Савин Т.В., Тохетова Л.А., Абугалиева С.И., Турусбеков Е.К. 184

Рапс егістіктерінде қырыққабат күйе көбелегіне (*Plutella xylostella* (L.) қарсы биопрепараттардың

биологиялық тиімділігі
Меңдібаева Г.Ж., Мухамадиев Н.С., Чадинова А.М., Ниязбеков Ж.Б., Койгельдина А.Е., Слямова Н.Д. 198
Қазақстанның Оңтүстік-Шығыс жағдайында ҰҰА қолдану арқылы күздік бидайдың негізгі зиянкестеріне қарсы биопрепараттардың тиімділігін бағалау
Мухамадиев Н.С., Меңдібаева Г.Ж., Ниязбеков Ж.Б., Койгельдина А.Е., Слямова Н.Д. 208
Қазақстандағы итальяндық шегірткенің жаппай көбеюінің кезеңділігі
Ниязбеков Ж.Б., Успанов А.М., Динасилов А.С., Алиев О.Т., Рысбекова А.М., Башкараев Н.А. 218
2006-2025 жылдары Қазақстанның Түркістан, Жамбыл және Алматы облыстарында бидайдың сары татының таралуы мен дамуының көпжылдық динамикасы
Султанова Н.Ж., **Абишева Г**., **Успанов А.М**., **Копирова Г.И**. 229
Жаздық бидайдың негізгі зиянкестері (*eurygaster integriceps және aelia acuminata*) үшін машиналық тану кезінде спектрлік сипаттамалары
Уалиева Р.М., Осипова А.В., Каверина М.М., Уахитов Ж.Ж., Жумадилов Б.З. 238

ТОПЫРАҚТАНУ ЖӘНЕ АГРОХИМИЯ

Қазақстанның Оңтүстік-Шығысындағы ашық қара қоңыр топырақта минералды тыңайтқыштар мен көңді ұзақ мерзімді қолдану әсерінен қарашірік құрамының өзгеру заңдылықтары
Жусупбеков Е.К., Гусев В.Н., Малимбаева А.Д., Рустемова К.У. 250
Сұр топыраққа органикалық мелиоранттарды қолданудың тиімділігі
Тағаев А.М., Қостақов А.К., Махмаджанов С.П., Дүйсен О.К., **Базарбай З.К**. 261

МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ВЕТЕРИНАРИЯ

Бруцеллезге қарсы химиопрепараттың белсенділігін анықтауға арналған тәжірибелер
Абуталип А., Касенов М.М., Бижанов А.Б., Мырзалиев А.Ж., **Ибрагим А.** 271
Қазақ жылқы тұқымының төрт экотипінің экстерьерлік ерекшеліктері, тірілей салмағы және дене бітімінің индекстері
Асанбаев Т.Ш., Шарапатов Т.С., Хамзина А.К., Ибраева А.К., Ибадуллаева А.Ә., Кажкен А.Н. 282
Меланин пигментінің шоғырлануы мен таралу морфологиясының қаракөл қозыларының жүн жамылғысының түсіне әсері
Аханов У.К., Ибраимова Ж.К., Мусабеков А.Т., Дауренбекова К.П., Ермекбаева А.Т. 294
Шыққан тегі түрлі қаракөл қозыларының жүн жамылғысының пигментациясының генетикалық аспектілері
Аханов У.К., Ибраимова Ж.К., Дауренбекова К.П., Джалилов И.С., Ермекбаева А.Т. 303
Сүтті мал шаруашылығы жағдайындағы сиырлардың репродуктивтік қызметін, гинекологиялық статусын және физиологиялық-биохимиялық көрсеткіштерін кешенді зерттеу
Ахметова Г.М., Харжау А., Батыргалиев Е.А., Беркайрова Ж.Б., Кушалиев К.Ж., Габдуллин Д.Е. 312
Жаңа табиғи кешенді жемдік қоспаның иммуномодуляциялық белсенділігін тәжірибелік бағалау
Қойбасова Л.Ұ., Демченко Г.А., Макашев Е.К., Абдрешов С.Н., Мусаева А.С., Есенова М.А. 323
Адай тұқымы биелерінің және жергілікті қазақ жылқыларының сүт өнімділігі
Каргаева М.Т., Джунисов А.М., Кудияров Р.И., Жумагалиева Г.М. 333
Дромедар (*camelus dromedarius*) және бактриан түйелерінің (*camelus bactrianus*) сүт фракцияларының салыстырмалы сипаттамасы мен құрамы
Нурсейтова М.А., Шанбаев Б.У., **Ахметсадыкова Ш.Н., Амутова Ф.Б., Конуспаева Г.С., Файе Б.** 343

БАҚ ШАРУАШЫЛЫҒЫ

Органикалық өндіріс жағдайында алма ағашының отырғызу материалын алу ерекшеліктері
Кадирсизова Ж.К., Әлімбекова Б.Е., Уразаева М.В., Қазыбаева С.Ж., Бастаубаева Ш.О. 356

СОДЕРЖАНИЕ

РАСТЕНИЕВОДСТВО И ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Исследование биоразлагаемого термочувствительного гидрогеля для регулирования высвобождения влаги в почвах Восточного Казахстан
Азимов А.М., **Изтлеуов Г.М.**, **Ертаева Ж.Т.**, **Болысбек А.А.** 6

Влияние предпосевной минеральной обработки семян на формирование многолетних кормовых трав в первый год жизни в условиях Северного Казахстана
Байтеленова А.А., Курбанбаев А.И., Байдалин М.Е. 17

Повышение эффективности картофелеводства путем ведения первичного семеноводства новых перспективных сортов для зоны Северного Казахстана
Горбачева В.В. 28

Роль межфазных периодов в формировании урожайности образцов яровой мягкой пшеницы различных групп спелости в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана
Долинный Ю. Ю., **Жирнова И. А.**, **Калибаев Б.Б., Миллер Е. А., Мелконян С.М.** 39

Азотное состояние и гумус почвы при использовании различных сидеральных смесей и способов их заделки
Жлоба Г.П., Зуева Н.Б., Келлер Э.Н. 49

Биологизация севооборотов через использование растительных смесей как фактор секвистрации углерода
Жлоба Л.Д., Кунанбаев К.К., Жлоба Г.П., **Журик С.А**. 59

SNP-маркеры ключевых регуляторных генов ячменя как инструмент отбора генотипов с повышенной продуктивностью колоса
Зотова Л.П., Саутбаев Ж.О., Нуралов А.С. 69

Особенности роста и формирования продуктивности сортов сои различных групп спелости в условиях Северного Казахстана
Кипшакбаева Г.А., Сәбит Д.М., Әшірбекова І.Ә., Амантаев Б.О. 86

Результаты сравнительной оценки полевых севооборотов в засушливых условиях Северного Казахстана
Кияс А.А., Ахметова Г.К. 99

Генетические ресурсы озимой пшеницы по зимостойкости и агрономическим признакам в условиях Северного Казахстана
Моргунов А.И., Савин Т.В., Джиенбаева К.Б., Искаков Т.К., Федоренко Е.Н. 114

Исходный материал чечевицы для селекции на высокую продуктивность
Сайкенова А.Ж., Кудайбергенов М.С., Байтаракова К.Ж., Қанатқызы М., Ибаш Н. 129

Проявление гетерозисного эффекта гибридами f1 и f2 яровой мягкой пшеницы
Саянов А.Т., Бабайцева Т.А., Шелаева Т.В., Савин Т.В., Ахметов Б.С. 141

Новые сорта и первичное семеноводство на ТОО «Карагандинская сельскохозяйственная опытная станция им. А.Ф. Христенко»
Середа С.Г., Дубовец, **Т.А., Середа Т.Г., Эльцер В.В. Убыкина Т.Н.** 151

Селекция и оценка хозяйственно-ценных признаков многорядного ярового ячменя (hordeum vulgare l.) в условиях Северного Казахстана
Чудинов В.А., Шпигун В.И., Волкова Г.О., Савин Т.В. 162

Изучение селекционной и практической ценности линий яровой мягкой пшеницы полученных при скрещивании с синтетическими линиями
Чудинов В.А., Шпигун В.И., Бодрая М.Ю., Волкова Г.О., Моргунов А.И., Савин Т.В. 174

ЗАЩИТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Комплексная оценка устойчивости генофонда ячменя к сетчатой пятнистости, вызываемой *pyrenophora teres* f. *Teres*, в Казахстане
Мауленбай А.Д., Савин Т.В., Тохетова Л.А., Абугалиева С.И., Турусбеков Е.К. 184

Оценка биологической эффективности биопрепаратов против капустной моли (*Plutella xylostella* (L.)) на посевах рапса
Мендібаева Г.Ж., Мухамадиев Н.С., Чадинова А.М., Ниязбеков Ж.Б., Койгельдина А.Е.,

Слямова Н.Д. 298
Оценка эффективности биопрепаратов против основных вредителей озимой пшеницы при применении бпла в условиях Юго-Востока Казахстана
Мухамадиев Н.С., Чадинова А.М., Мендібаева Г.Ж., Ниязбеков Ж.Б., Койгельдина А.Е., Слямова Н.Д. 208
Периодичность вспышек массовых размножений итальянской саранчи в Казахстане
Ниязбеков Ж.Б., Успанов А.М., Динасилов А.С., Алиев О.Т., Рысбекова А.М., Башкараев Н.А. 218
Многолетняя динамика распространения и развития желтой ржавчины пшеницы в Туркестанской, Жамбылской и Алматинской областях Казахстана в 2006–2025 гг.
Султанова Н.Ж., Абишева Г., Успанов А.М., Копирова Г.И. 229
Спектральные характеристики основных вредителей яровой пшеницы (*eurygaster integriceps* и *aelia acuminata*) при машинном распознавании
Уалиева Р.М., Осипова А.В., Каверина М.М., Уахитов Ж.Ж., Жумадилов Б.З. 238

ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

Закономерности изменения содержания гумуса в светло-каштановой почве Юго-Востока Казахстана под влиянием длительного применения минеральных удобрений и навоза
Жусупбеков Е.К., Гусев В.Н., Малимбаева А.Д., Рустемова К.У. 250
Эффективность применения органических мелиорантов в сероземной почве
Тагаев А.М., Костаков А.К., Махмаджанов С.П., Дуйсен О.К., **Базарбай З.К**. 261

ЖИВОТНОВОДСТВО И ВЕТЕРИНАРИЯ

Эксперименты по определению активности химического препарата против бруцеллеза
Абуталип А., Касенов М.М., Бижанов А.Б., Мырзалиев А.Ж., Ибрагим А. 271
Экстерьерные особенности, живая масса и индексы телосложения четырех экотипов казахской породы лошадей
Асанбаев Т.Ш., Шарапатов Т.С., Хамзина А.К., Ибраева А.К., Ибадуллаева А.А., Кажкен А.Н. 282
Влияния концентрации и морфологии распределения пигмента меланина на окраски волосяного покрова каракульских ягнят
АхановУ.К., Ибраимова Ж.К., Мусабеков А.Т., Дауренбекова К.П., Ермекбаева А.Т. 294
Генетические аспекты пигментации волосяного покрова каракульских ягнят различного происхождения
Аханов У.К., Ибраимова Ж.К., Дауренбекова К.П., Джалилов И.С., Ермекбаева А.Т. 303
Мониторинг репродуктивной функции, гинекологического статуса и физиолого-биохимических показателей коров в условиях молочного скотоводства
Ахметова Г.М., Харжау А., Батыргалиев Е.А., Беркайрова Ж.Б., Кушалиев К.Ж., Габдуллин Д.Е. 312
Экспериментальная оценка иммуномодулирующей активности новой кормовой добавки природного происхождения 323
Койбасова Л.У., Демченко Г.А., Макашев Е.К., Абдрешов С.Н., Мусаева А.С., Есенова М.А.
Молочная продуктивность кобыл адайской породы и местных казахских лошадей
Каргаева М.Т., Джунисов А.М., Кудияров Р.И., Жумагалиева Г.М. 333
Сравнительная характеристика и состав фракций молока дромедаров *(camelus dromedarius)* и бактрианов *(camelus bactrianus)*
Нурсейтова М.А., Шанбаев Б.У., Ахметсадыкова Ш.Н., Амутова Ф.Б., Конуспаева Г.С., Файе Б. 343

САДОВОДСТВО

Особенности получения посадочного материала яблони в условиях органического производства
Кадирсизова Ж.К., Әлімбекова Б.Е., Уразаева М.В., Қазыбаева С.Ж., Бастаубаева Ш.О. 356

CONTENT

PLANT GROWING AND AGRICULTURE

Study of a biodegradable thermosensitive hydrogel for regulating moisture release in the soils of Eastern Kazakhstan
AzimovA.M., Iztleuov G.M.,Yertayeva Zh.T., Bolysbek A.A. 6

Effect of pre-sowing mineral seed treatment on the first-year establishment of perennial forage grasses under the conditions of Northern Kazakhstan
Baitelenova A.A., Kurbanbaev A.I., Baidalin M.Y. 17

Improving the efficiency of potato production through primary seed production of new promising varieties for the Northern Kazakhstan region
Gorbacheva V. 28

Role of phenological periods in grain yield formation of spring wheat accessions from different maturity groups under dry steppe conditions of Northern Kazakhstan
Dolinny Yu. Yu., Zhirnova I. A., Kalibayev B.B., Miller E.A., Melkonyan S. M 39

Nitrogen state and humus of soils when using various green crops mixtures and methods of their incorporation
Zhloba G.P., Zueva N.B., Keller Je.N. 49

Biologization of crop rotations through the use of plant mixtures as a factor of carbon sequistration
Zhloba L.D., Kunanbaev K.K., Zhloba G.P., Zhurik S.A. 59

SNP markers of key regulatory genes in barley as a tool for selecting genotypes with enhanced spike productivity
Zotova L.P., Sautbayev Zh.O., Nuralov A.S. 69

Features of growth and formation of productivity of soybean varieties of various ripeness groups in the conditions of Northern Kazakhstan
Kipshakbayeva G.A., Sabit D.M., Ashirbekova I.A., Amantayev B.O. 86

Comparative assessment results of different field of crop rotations in the arid conditions of North Kazakhstan
Kiyas A.A., Akhmetova G.K. 99

Genetic resources of winter wheat for winter hardiness and agronomic characteristics in the conditions of Northern Kazakhstan
Morgunov A.I., Savin T.V., Jiyenbayeva K.B., Iskakov T.K., Fedorenko E.N. 114

Source material of lentil for breeding for high productivity
Saikenova A.Zh., Kudaibergenov M.S., Baitarakova K.Zh., Kanatkyzy M., Ibash N. 129

Manifestation of heterosis effect in f1 and f2 hybrids of spring bread wheat
Sayanov A.T., Babaitseva T.A., Shelaeva T.V., Savin T.V., Akhmetov B.S. 141

New Varieties And Primary Seed Production At The A.F. Khristenko Karaganda Agricultural Experimental Station Llp
Sereda S.G., Dubovets T.A., Sereda T.G., Eltser V.V., Ubykina T.N. 151

Breeding and evaluation of agronomically important traits in multi-row spring barley (hordeum vulgare l.) under the conditions of Northern Kazakhstan
Chudinov V.A., Shpigun V.I., Volkova G.O., Savin T.V. 162

Study of the breeding and practical value of spring soft wheat lines obtained by crossing with synthetic lines
Chudinov V.A., Shpigun V.I., Bodraya M.Yu., Volkova G.O., Morgunov A.I., Savin T.V. 174

PROTECTION OF AGRICULTURAL PLANTS

Screening barley germplasm for resistance to net form net blotch caused by pyrenophora teres f. Teres in Kazakhstan
Maulenbay A.D., Savin T.V., Tokhetova L.A., Abugaliyeva S.I., Turusbekov Y.K. 184

Evaluation of the biological efficacy of biopreparations against the diamondback moth *(Plutella xylostella* (L.)) on rapeseed crops
Mengdibayeva G.Zh., Mukhamadiyev N.S., Chadinova A.M., Niyazbekov Zh.B., Koigeldina A.E., Slyamova N.D. 298

Efficacy of biopesticides against major pests of winter wheat when applied by unmanned aerial vehicles in South-Eastern Kazakhstan
Mukhamadiyev N.S., Chadinova A.M., Mengdibayeva G.Zh., Niyazbekov Zh.B., Koigeldina A.E., Slyamova N.D. 208
Periodicity of italian locust mass outbreaks in Kazakhstan
Niyazbekov Zh., Uspanov A., Dinassilov A., Aliyev O., Rysbekova A., Bashkarayev N. 218
Long-term dynamics of the spread and development of wheat yellow rust in the Turkestan, Zhambyl, and Almaty regions of Kazakhstan in 2006-2025
Sultanova N.Zh., Abisheva G., Uspanov A.M., Kopirova G.I. 229
Spectral features of the main spring wheat pests (*eurygaster integriceps* and *aelia acuminata*) in machine recognition
Ualiyeva R.M., Osipova A.V., Kaverina M.M., Uakhitov Zh.Zh., Zhumadilov B.Z. 238

SOIL SCIENCE AND AGROCHEMISTRY

Patterns of change in humus content in light chestnut soil of South-Eastern Kazakhstan under long-term application of mineral fertilizers and manure
Zhusupbekov E.K., Gusev V.N., Malimbayeva A.D., Rustemova K.U. 250
The effectiveness of the use of organic meliorants on gray soil
Tagaev A.M., Kostakov A.K., **Makhmadjanov S.P., Duisen O.K**., **Bazarbai Z.K**. 261

ANIMAL HUSBANDRY AND VETERINARY

Experiments to determine the activity of a chemical preparation against brucellosis
Abutalip A., Kassenov M.M., Bizhanov A.B., **Myrzaliyev A.Zh., Ibrahim A.** 271
Body conformation characteristics, live weight, and body conformation indices of four ecotypes of the kazakh horse breed
Assanbayev T.Sh., Sharapatov T.S., Khamzina A.K., Ibraeva A.К., Ibadullayeva A.A., Kazhken A.N. 282
Effects of concentration and morphology of melanin pigment distribution on hair coloring of karakul lambs
Akhanov U.K., Ibraimova Zh.K., Musabekov A.T., Daurenbekova K.P., Yermekbayeva A.T. 294
Genetic aspects of pigmentation of the hair of karakul lambs of various origins
Akhanov U.K., Ibraimova J.K., Daurenbekova K. P., Dzhalilov I.S., Yermekbayeva A.T. 303
Comprehensive monitoring of reproductive function, gynecological status, and physiological and biochemical parameters in dairy cows
Akhmetova G.M., Kharzhau A., Batyrgaliyev Y.A., Berkairova Zh.B., **Kushaliev K.Zh., Gabdullin D.E.** 312
Experimental evaluation of the immunomodulatory activity of a new complex feed additive of natural origin
Koibasova L.U., Demchenko G.A., Makashev E.K., Abdreshov S.N., Mussayeva A.S., Yessenova M.A. 323
Milk productivity of mares of the aday breed and local kazakh horses
Kargaeva M.T., Dzhunisov A., Kudiyarov R.I., Zhumagaliyeva G.M. 333
Comparative characterization and composition of milk fractions in dromedary *(camelus dromedarius)* and bactrian (*camelus bactrianus)* camels
Nurseitova M.A., Shanbayev B.U., Akhmetsadykova Sh.N., Amutova F.B., Konuspayeva G.S., Faye B. 343

GARDENING

Features of apple planting material production under organic farming conditions
Kadirsizova Zh.K., Әlimbekova B.E., Urazaeva M.V., Қazybaeva S.Zh., Bastaubaeva Sh.O. 356

Қорқыт Ата атындағы
Қызылорда университетінің
ХАБАРШЫСЫ.
Ауыл шаруашылығы ғылымдары
сериясы

ВЕСТНИК
Кызылординского университета
имени Коркыт Ата. Серия
сельскохозяйственных наук

BULLETIN
of the Korkyt Ata Kyzylorda
University. The series
agricultural sciences

1999 жылғы наурыздан бастап шығады
Издается с марта 1999 года
Published since March 1999

Жылына төрт рет шығады
Издается четыре раза в год
Published four a year

Редакция мекен-жайы: 120014,
Қызылорда қаласы, Әйтеке би
көшесі, 29 «А», Қорқыт Ата
атындағы Қызылорда
университеті

Телефон: (7242) 27-60-27
Факс: 26-27-14
E-mail: khabarshy@korkyt.kz

Адрес редакции: 120014,
город Кызылорда,
ул. Айтеке би, 29 «А»,
Кызылординский
университет
им. КоркытАта
Телефон: (7242) 27-60-27
Факс: 26-27-14
E-mail: khabarshy@korkyt.kz

Address of edition: 120014,
Kyzylorda city, 29 «A»
Aiteke bie str.,
Korkyt Ata Kyzylorda
University

Tel: (7242) 27-60-27
Fax: 26-27-14
E-mail: khabarshy@korkyt.kz

Құрылтайшысы: Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті
Учредитель: Кызылординский университет им. Коркыт Ата Founder:
Korkyt Ata Kyzylorda University

Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық келісім министрлігі берген
бұқаралық ақпарат құралын есепке алу куәлігі
алғашқы тіркеу № KZ KZ16VPY00067253 31-наурыз, 2023 ж.
қайта тіркеу № KZ65VPY00097023 17-шілде, 2024 ж.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации, выданное
Министерством информации и общественного развития Республики Казахстан
первичная регистрация № KZ KZ16VPY00067253 31-марта, 2023 г.
перерегистрация № KZ65VPY00097023 17-июля, 2024 г.

Техникалық редакторы: Абуова Н.А.
Компьютерде беттеген: Махашов А.А.

Теруге 14.09.2026 ж. жіберілді. Басуға 21.09.2026 ж. қол қойылды.
Форматы 60 × 841⁄8. Көлемі 24 шартты баспа табақ. Индекс 76214.
Таралымы 50 дана. Тапсырыс 0230. Бағасы келісім бойынша.

Сдано в набор 14.09.2026 г. Подписано в печать 21.09.2026 г.
Формат 60 × 841⁄8. Объем 24 усл. печ. л. Индекс 76214.
Тираж 50 экз. Заказ 0230. Цена договорная.

Жарияланған мақала авторларының пікірі редакция көзқарасын білдірмейді. Мақала мазмұнына автор жауап береді. Қолжазбалар өңделеді және авторға қайтарылмайды. Журналда жарияланған материалдарды сілтемесіз көшіріп басуға болмайды.

Опубликованные статьи не отражают точку зрения редакции. Автор несет ответствен-ность за содержание статьи. Рукописи редактируются и авторам не возвращаются. Мате-риалы, опубликованные в журнале не могут быть воспроизведены без ссылки.

The published articles do not reflect the editorial opinion. The author is responsible for the content of the article. Manuscripts are edited and are not returned the authors. Materials published in the journal can not be republished without reference.

Университет баспасы, 120014, Қызылорда қаласы, Әйтеке би көшесі, 29А.