

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>

Сэбит 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 соответственно 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 x 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.

Ключевые 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 площадь 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 культур составил 1,83 млн. т при средней урожайности 14,6 ц/га. Наиболее высокие показатели 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 возделывания. 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 первый период развития, превышение температурного фона составило в среднем до 5-6°C, что в свою очередь определялось реакцией изучаемых сортов сои. Физиологический стресс отмечался как в первый период развития, так и 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 среднесезонных 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.

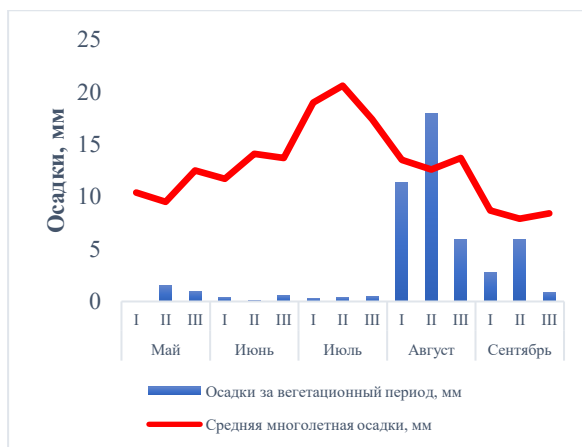
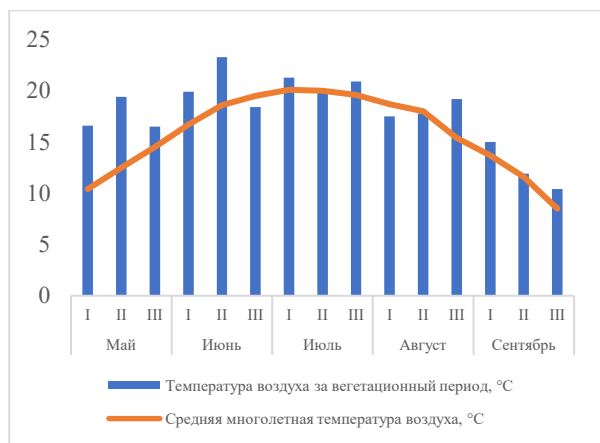


Рисунок 1 – Температурный и влажностные режимы в период роста и развития сортов сои, 2025 г.

Средняя температура составила +17,9°C, что на 2°C 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 выпавших 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 °C, 2025 г.

Группа спелости	Показатели	Межфазные периоды						Всего за вегетацию
		Всходы-ветвление	Ветвление-цветение	цветение бобовразование	Бобовразование-налив	налив-созревание	созревание-уборка	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ультраранняя	Продолжительность межфазного периода, дней	19	17	16	17	10	6	85
	Сумма температур, °C	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, °C	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 распределились на 3 группы спелости. Распределение сортообразцов коллекции по группам спелости представлено на рисунке 2.

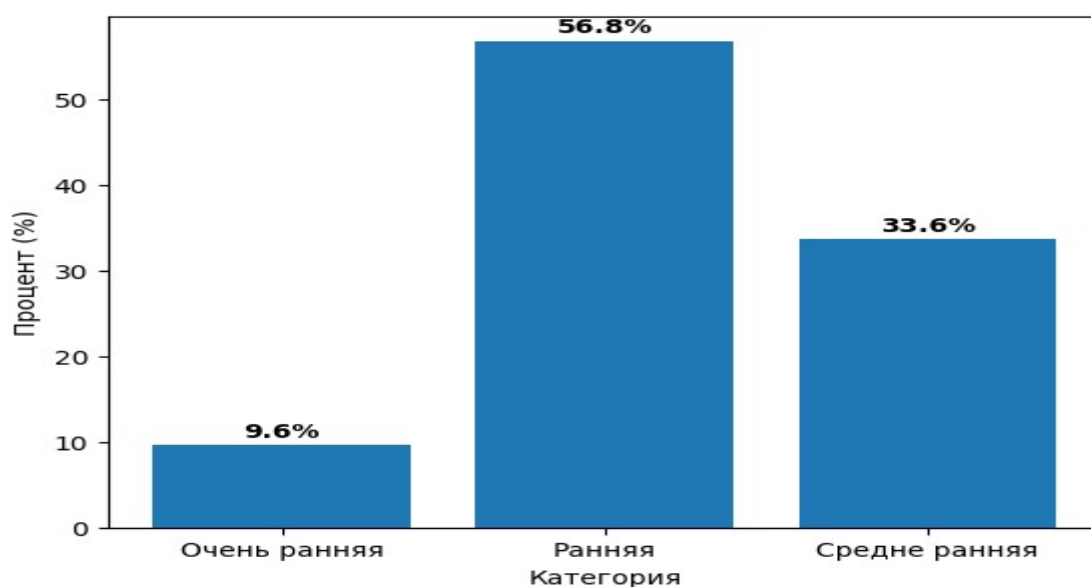


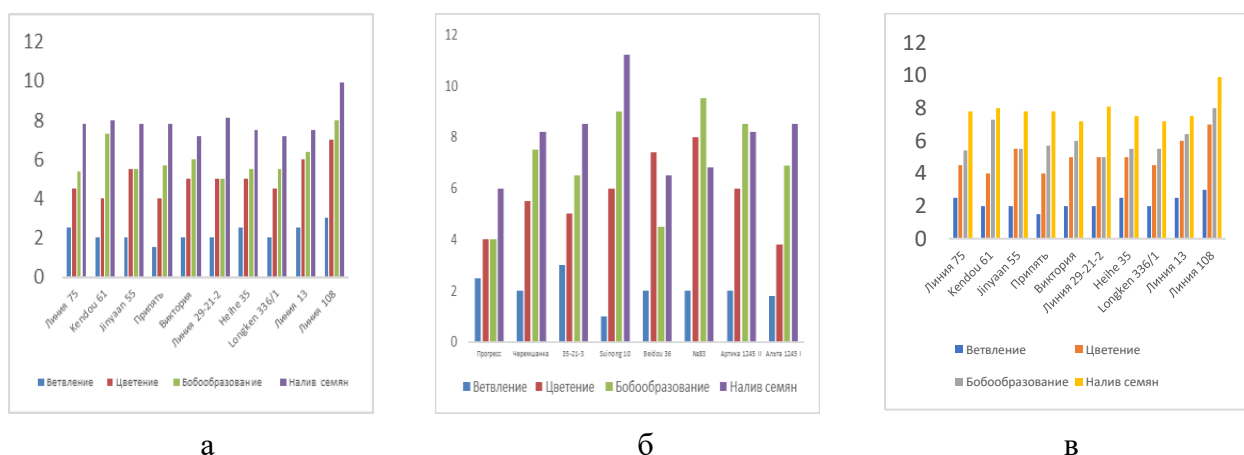
Рисунок 2 – Гистограмма распределения коллекционного материала по группам спелости в процент соотношении, 2025 г.

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 ($CV = 1,99\%$; $\sigma^2 = 3,99$). 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 ($CV = 3,67\%$; $\sigma^2 = 13,08$). 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 ($CV = 1,04\%$; $\sigma^2 = 0,40$).

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 – $1687,4^{\circ}\text{C}$. По ранней и среднеранней группам этот показатель составил $1790,6 \dots 1866,9^{\circ}\text{C}$ 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- 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).

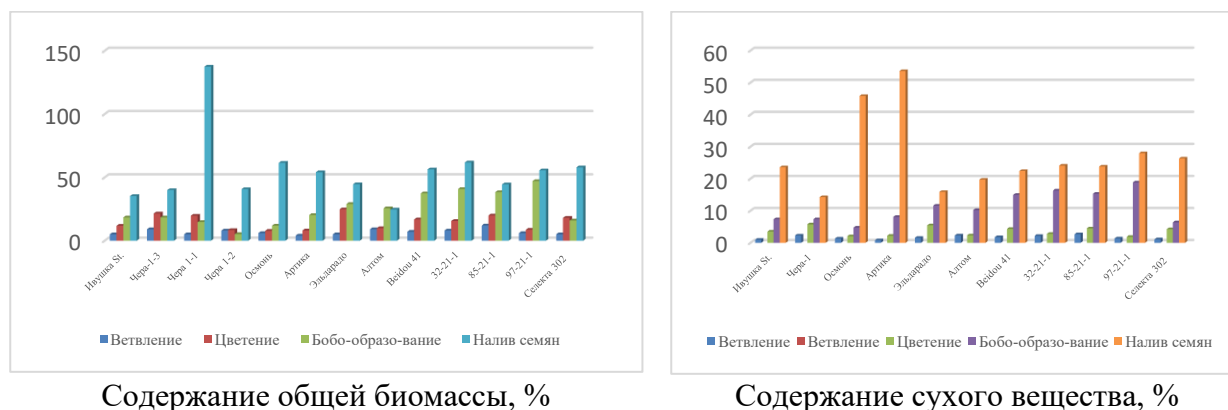


Рисунок 4 – Показатели содержания общей биомассы и сухого вещества выделившихся сортообразцов сои ультраранней группы спелости в разрезе фаз развития культуры, 2025 г.

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) варьирует 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 ультрараннюю до 5,96%.

Максимальное накопление хлорофиллов наблюдалось в поздние фазы развития. Содержание хлорофиллов а 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.

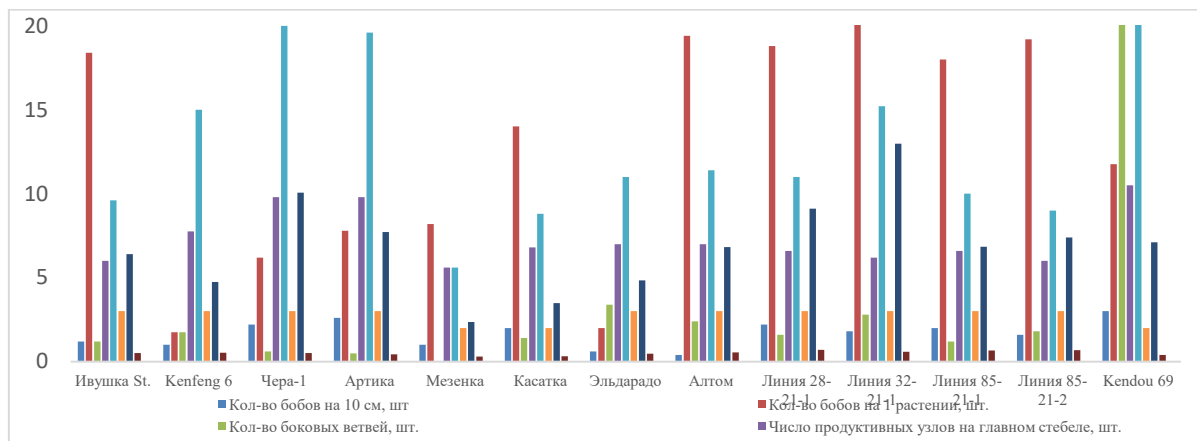


Рисунок 5 – Выделившиеся сортотипы сои с высокими значениями элементов структуры урожая в разрезе ультраранней группы спелости, 2025 г.

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 сортотипов сои в разрезе их групп спелости.

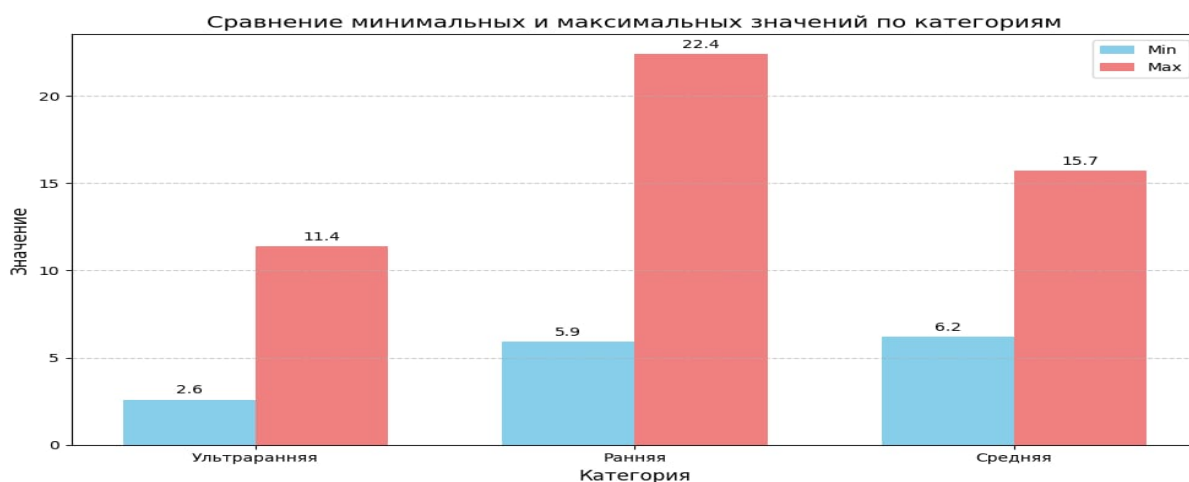


Рисунок 6 – Гистограмма уровня урожайности в разрезе групп спелости (мин и максимальные значения), 2025 г.

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 $F_{1,4}$ степени свободы, при этом $F_{ф}=2,47$. Соответственно можно заключить, что в опыте имеются существенные различия и отсутствует нулевая гипотеза. Следовательно, доказываемое влияние на показатель урожайности фактора года 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 слабopоложительная 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 $\times$ 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., Мнатсакян 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.

[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 napravleniya selekcii soi v usloviyah Severnogo Kazakhstana // *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 oblastjakh Kazakhstana // *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 Kazakhstana // *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 [Elektronnyj 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 geneticheskikh 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 geneticheskikh resursov zernovyh bobovyh VIR: popolnenie, sohranenie i izuchenie: metodicheskie ukazaniya. – 2-e izd., pererab. i dop. – Sankt-Peterburg: VIR, 2018. – 143 s. [in Russian]
- [13] **Gluhih M.A.** Zemledelie: Praktikum [Elektronnyj 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 ukazaniya po izucheniju kollekcii zernovyh bobovyh kul'tur. – L.: VIR, 1975. [in Russian]
- [16] **Nichiporovich A.A.**, Kuz'min Z.E., Polozova L.Ja. Metodicheskie ukazaniya po uchetu i kontrolju vazhnejshih pokazatelej processov fotosinteticheskoy 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 usloviyah Priazov'ja // *Agrarnyj vestnik Urala*. – 2022. – № 4(219). – S. 14–25. [in Russian]
- [19] **Balakaj G.T.** Puti usovershenstvovanija jelementov tehnologii vozdeljvanija 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 мерзідеріне 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.