

***BEAUVERIA BASSIANA (BALS.) VUILL. САҢЫРАУҚҰЛАҒЫНЫҢ ЗЕРТХАНАЛЫҚ
ЖАҒДАЙДА ТҮРКІСТАНДЫҚ ӨРМЕКШІ КЕНЕСІНЕ (TETRANYCHUS
TURKESTANI) ҚАРСЫ БИОЛОГИЯЛЫҚ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ***

Ташигул Н.Е.*, жаратылыстану ғылымдарының магистрі
nurzhhan9601@mail.ru <https://orcid.org/0009-0002-3109-3708>

Әділханқызы А., ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі
adilhan-ainura@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-8048-7987>

Шисенбаева Н.Ж., жаратылыстану ғылымдарының магистрі
shisenbaevan00@gmail.com <https://orcid.org/0009-0005-8930-4274>

Қасымов А.А., 7М08104 –«Өсімдік қорғау және карантин» БББ-ның 2 - курс магистранты
aslan.kasymov.02@mail.ru <https://orcid.org/0009-0007-8192-2603>

Алпысбаева К.А., PhD
erke07naz05@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8962-384X>

Успанов А.М., биология ғылымдарының кандидаты
u_alibek@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7122-8596>

«Ж.Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС,
Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Түркістандық өрмекші кенесі (*Tetranychus turkestanii*) – ауыл шаруашылығы дақылдарына елеулі зиян келтіретін және әлемдік деңгейде айтарлықтай экономикалық шығындарға себеп болатын қауіпті зиянкес. Бұл зерттеуде Оңтүстік Қазақстанның әртүрлі аймақтарынан бөлініп алынған *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. энтомопатогенді саңырауқұлағының алты штамының *T. turkestanii*-ге қарсы тиімділігі зерттелді.

Штамдар Сабуро қоректік ортасында (SDA) өсіріліп, 1×10^7 және 1×10^8 спора/мл концентрацияларында конидия суспензиялары дайындалды. Суспензия құрамына беттік-белсенді зат ретінде 0,1% Tween 80 қосылды. Залалдаудан кейін, 5, 7 және 10-шы тәуліктерте кене өлімінің көрсеткіштері тіркеліп, штамдардың биологиялық белсенділік деңгейі бағаланды.

Зерттеу нәтижелері зерттелген штамдардың патогенді белсенділігінде елеулі айырмашылықтар бар екенін көрсетті. BScar₂-09, BL₁(T)-09 және BCa₃(m)-09 штамдары ең жоғары тиімділік көрсетіп, сынақтан өткен ең жоғары концентрация 80%-дан астам өрмекші кенелерінің өлімін туындатты. Экспозиция ұзақтығы мен өрмекші кенелерінің өлім деңгейі арасында оң корреляциялық байланыс анықталды.

Алынған деректер *T. turkestanii*-ге қарсы биологиялық күресте *B. bassiana* штамдарын қолданудың болашағы бар екенін көрсетеді. Алайда бұл нәтижелерді практикада қолдану үшін бөлінген штамдарды далалық жағдайда қолдану шарттарын оңтайландыру және оларды өсімдіктерді интеграцияланған қорғау жүйелеріне енгізу бойынша қосымша зерттеулер қажет.

Тірек сөздер: *Beauveria bassiana*, *Tetranychus turkestanii*, биологиялық бақылау, штамм, патоген.

Кіріспе. Түркістан өрмекші кенесі (*Tetranychus turkestanii*) – жаһандық ауыл шаруашылығында ең қауіпті әрі экономикалық тұрғыдан маңызы зор зиянкестердің бірі ретінде танылған. Бұл фитофаг өсімдіктердің өте кең ауқымды түрлерін зақымдайды – қазіргі уақытта 1100-ден астам өсімдік түрі, оның ішінде ауыл шаруашылығы үшін маңызды дақылдар, сәндік өсімдіктер және арамшөптер тіркелген [1]. Өрмекші кененің өсімдікке зиянды әсері оның жасуша құрамын сорып, тіндерді зақымдауына негізделген, бұл хлороздың пайда болуына, жапырақ тіндерінің некрозына және жапырақтардың мерзімінен

бұрын түсуіне себеп болады. Популяция санының жоғары деңгейінде *T. turkestanі* дақыл өнімділігінің айтарлықтай төмендеуіне себеп болуы мүмкін, әсіресе бұл зиянкес үшін қолайлы климаттық жағдайлары бар аймақтарда [2].

Қазақстан аумағында *T. turkestanі* бірқатар экономикалық маңызды өсімдіктерге – мақта, көкөністер (қызанақ, қияр, бұрыш және т.б.), жеміс-жидектер (алма, жүзім, құлпынай және т.б.) мен бұршақ тұқымдас дақылдарға айтарлықтай қауіп төндіреді. Елдің көптеген ауыл шаруашылығы аймақтарында жауын-шашынның аз мөлшері мен құрғақ климат бұл кененің жаппай таралуына және көбеюіне қолайлы жағдай туғызады, бұл өз кезегінде фитосанитарлық ахуалды күрделендіреді.

T. turkestanі-ге қарсы күрестің дәстүрлі әдісі – химиялық акарицидтерді қолдану. Алайда, бұл пестицидтердің ұзақ және қарқынды пайдаланылуы кененің резистентті популяцияларының қалыптасуына алып келді, соның салдарынан химиялық әдістің тиімділігі айтарлықтай төмендеді [3]. Бұған қоса, пестицидтердің қоршаған ортаға, пайдалы жәндіктерге (энтомофагтарға) және адам денсаулығына кері әсер етуі зиянкестермен күрестің баламалы және экологиялық қауіпсіз әдістерін іздеудің өзектілігін арттырып отыр [4]. Осы тұрғыда биологиялық бақылау әдістері, әсіресе энтомопатогенді саңырауқұлақтарды қолдану келешегі зор бағыт ретінде қарастырылады.

Атап айтқанда, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (*Ascomycota: Hypocreales*) түрі ерекше қызығушылық тудырады, себебі бұл саңырауқұлақ әртүрлі бунакденелілерге, соның ішінде *T. turkestanі*-ге қатысты жоғары вируленттілік көрсетеді. Бұл саңырауқұлақтың патогенді әсер ету механизмі – гифтердің кененің кутикуласы арқылы енуі, кейін гемоцельді колонизациялау және микоздың дамуы нәтижесінде иесінің өліміне алып келеді [5]. *B. bassiana*-ның *T. turkestanі*-ге қарсы тиімділігі бірқатар зерттеулермен дәлелденгенімен, оның биологиялық белсенділігі қолданылған штамға, экологиялық жағдайларға және қолдану әдісіне байланысты айтарлықтай өзгеріп отырады [6,7].

Зерттеу мақсаты – *T. turkestanі*-ге қарсы *Beauveria bassiana* жергілікті штамдарының биологиялық белсенділігін зертханалық жағдайда бағалау. Бұл зерттеу нәтижелері өсімдіктерді биологиялық қорғау бағдарламаларына енгізу үшін ең перспективалы изоляттарды анықтауға мүмкіндік береді және бұл заманауи тұрақты ауыл шаруашылығын дамыту талаптарына сай келеді.

Зерттеу материалдары мен әдістемесі. *Tetranychus turkestanі* популяциясын өсіру үшін қажетті өсімдіктерді өсіру. Зерттеуде кәдімгі бұршақ (*Phaseolus vulgaris* L., *Fabales: Fabaceae*) өсімдіктері пайдаланылды, олар климаттық камера жағдайында өсірілді. Өсіру шарттары келесідей болды: температура $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, ауаның салыстырмалы ылғалдылығы $65\pm 5\%$, фотопериод 16 сағат жарық және 8 сағат қараңғылық. Тұқымдар пластик контейнерлерге (диаметрі 15 см) себілді, олар стерильденген топырақ субстратымен толтырылған. Өсірілген бұршақ өсімдіктері зертханалық *T. turkestanі* өрмекші кенесінің популяциясын ұстауға және тәжірибелерде стандартты коректік субстрат (жапырақ дискілері) көзі ретінде қолданылды.

Эксперименттерде *P. vulgaris* өсімдігінде өсірілген *T. turkestanі* зертханалық популяциясы пайдаланылды. Бұл жағдайда микроклимат келесідей параметрлермен қамтамасыз етілді: температура $28\pm 1^{\circ}\text{C}$, ауаның салыстырмалы ылғалдылығы $50\pm 10\%$, фотопериод 16 сағат жарық және 8 сағат қараңғылық. Аталған микроклиматтық параметрлер фитофаг популяциясының тұрақты дамуына жағдай жасап, тәжірибелерді жүргізу үшін маңызды болды.

Энтомопатогенді саңырауқұлақтардың изоляттарын алу. Зерттеуде *Beauveria bassiana* энтомопатогенді саңырауқұлағының алты штаммы пайдаланылды. Бұл штамдар Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығыс аймақтарынан бөлініп алынған: Алматы облысы (Сарқан ауданы), Жамбыл облысы (Қордай ауданы) және Түркістан облысы (Мақтаарал ауданы) (1-кесте).

1-кесте – *Beauveria bassiana* саңырауқұлағының штамдары

Штамм	Бөлініп алынған орны мен жылдары	Алынған объект
BL ₁ (k)-09	Жамбыл облысы, Қордай ауданы, 2009 ж. маусым	<i>Lepidoptera</i>
BScar ₂ -09	Жамбыл облысы, Қордай ауданы, 2009 ж. тамыз	<i>Coleoptera</i>
BL ₁ (t)-09	Жамбыл облысы, Қордай ауданы, 2009 ж. маусым	<i>Coleoptera</i>
BP ₂ -12	Алматы облысы, Сарқан, 2012 ж. тамыз.	<i>Hemiptera</i>
BCa ₃ (m)-09	Түркістан облысы, Мақтаарал ауданы, 2009 ж. маусым	<i>Coleoptera</i>
BEL-09	Түркістан облысы, Мақтаарал ауданы, 2009 ж. маусым	<i>Coleoptera</i>

Әрбір штамм үшін стандартты конидия суспензиясы дайындалды. Спо-раларды сандық есептеу Горяев камерасында (көлемі 0,9 мкл) ×400 үлкейтуде микроскоп арқылы жүргізілді. Жұмыс суспензиясы 100 мл стерильденген дистилденген суға 1×10^7 және 1×10^8 конидия/мл соңғы концентрациямен дайындалды, бұл энтомопатогенді саңырауқұлақтарды тестілеу үшін стандартты биологиялық жүктемеге сәйкес келеді [8]. Споралардың бетіне жақсы сіңуі және суспензияның тең таралуы үшін әрбір суспензияға 0,1% («көлем/көлем») концентрациясымен бейионогенді детергент Tween 80 қосылды.

T. turkestanі-ға қатысты патогенділікмі бағалау. *T. turkestanі* түріне қарсы энтомопатогенді саңырауқұлақтардың тиімділігін анықтау климаттық камерада 25 ± 1 °C температурада және $70 \pm 5\%$ салыстырмалы ылғалдылықта жүргізілді. Әрбір өңдеу нұсқасы үшін төрт қайталама (диаметрі 15 см Петри табақшаларында) қолданылып, әр қайталамада 20 *T. Turkestanі* даралары орналастырылды.

Петри табақшаларына алдымен ылғалдандырылған мақта төселіп, содан кейін фасоль жапырақтары абаксиальды (төменгі) жағы жоғары қаратып орналастырылды. Әр жапырақтың сағақ бөлігін ылғалдандырылған мақтаға батырып, жапырақтардың тіршілігі барлық эксперимент барысында сақталды. *T. turkestanі* имаго түрлері жіңішке қылқаламмен әр жапыраққа көшірілді.

Beauveria bassiana штамдары, атап айтқанда BL₁(k)-09, BScar₂-09, BL₁(t)-09, BP₂-12, BCa₃(m)-09 және Bel₄-09, 1×10^7 және 1×10^8 конидия/мл концентрациясында конидия суспензиялары түрінде дайындалды. Суспензиялар жапырақтарға ұсақ бүріккіш арқылы әр қайталамаға 2 мл мөлшерінде шашылды. Залалдаудан кейін 3, 5, 7 және 10 күндерде тірі және өлген жәндіктер саны тіркелді. Өлген кенелер ылғалдандырылған фильтрлік қағазға салынған Петри табақшаларына ауыстырылып, 14 күн бойы спора түзілуін бақылау үшін сақталды. Микоздық этиологияны растау үшін жұқтырылған кенелерден препараттар дайындалып, микроскоппен зерттелді. Бақылау үшін, кенелермен толтырылған жапырақтар су мен Tween 80 (0,1%) қосылған ерітіндімен залалданды [9].

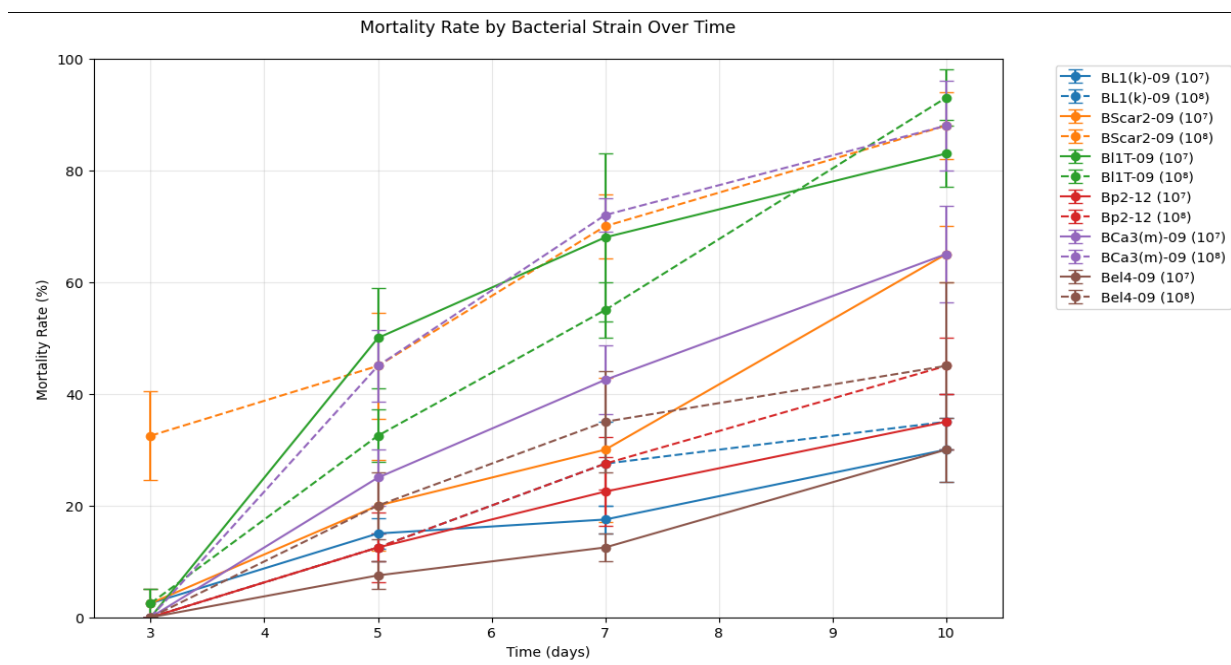
Штамдар арасындағы статистикалық маңызды айырмашылықтар ($P < 0,01$) өлу деңгейі деректері бойынша дисперсионды талдау (ANOVA) әдісімен анықталды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Өткізілген эксперимент барысында *Beauveria bassiana* саңырауқұлағының алты штамының *Tetranychus turkestanі* кенесіне қатысты патогендігі әртүрлі конидий концентрацияларында (10^7 және 10^8) бағаланды. Алынған деректер әрбір штаммның әсерінен кенелер өлім-жітімінің өзгеру динамикасын анықтауға мүмкіндік берді. Төменде бақылау кезеңдерінің әртүрлі сатыларында әсер ету тиімділігін көрсететін салыстырмалы нәтижелер келтірілген (2-кесте).

2-кесте – *Beauveria bassiana* энтомопатогенді штамдарының *Tetranychus turkestanii*-ге әсері нәтижесінде тіркелген өлу деңгейінің көрсеткіштері

№P/c	Штамдар	Концентрация	Өлу деңгейі, күндер, %			
			3	5	7	10
1	BL ₁ (k)-09	10 ⁷	2,5±2,5	15,0±2,8	17,5±2,5	30,0±5,7
		10 ⁸	0,0	12,5±2,5	27,5±7,5	35,0±5,0
2	BScar ₂ -09	10 ⁷	2.5±2,5	20,0±8,16	30,0±12,9	65,0±5,0
		10 ⁸	32,5±8	45,0±9,5	70,0±5,7	88±6,0
3	BL ₁ (т)-09	10 ⁷	0,0	50,0±9,0	68,0±15	83±6,0
		10 ⁸	2,5±2,5	32,5±4,7	55,0±5,0	93,0±5,0
4	Bp2-12	10 ⁷	0,0	12,5±6,29	22,5±6,2	35,0±5,0
		10 ⁸	0,0	12,5±2,5	27,5±4,7	45,0±5,0
5	BCa ₃ (m) -09	10 ⁷	0,0	25,0±5,0	42,5±6,2	65,0±8,6
		10 ⁸	0,0	45,0±6,4	72,0±3,0	88,0±8
6	Bel ₄ -09	10 ⁷	0,0	7,5±2,5	12,5±2,5	30,0±5,7
		10 ⁸	0,0	20,0±6,0	35±9,0	45±15
Бақылау			0,0	0,0	0,0	0,0
Р мәні		(P < 0.01)				

Зерттеу нәтижелері *B. bassiana* штамдарының *Tetranychus turkestanii*-ге қарсы вируленттілігінде статистикалық тұрғыдан маңызды айырмашылықтардың бар екенін көрсетті ($P < 0.01$). BScar₂-09, BL₁(T)-09 және BCa₃(m)-09 штамдары ең жоғары тиімділік танытып, 10-тәулікте кенелердің 88-93%-ының өлу деңгейін туындатты. Бұл ретте BScar₂-09 штамы ең жылдам әсер көрсетіп (3-ші тәулікте өлу деңгейі– 32.5±8%), ал BL₁(T)-09 пен BCa₃(m)-09 штамдары баяу, бірақ айқын әсерімен ерекшеленді – тәжірибе соңында өлу деңгейінің көрсеткіштері күрт артты (1-сурет).

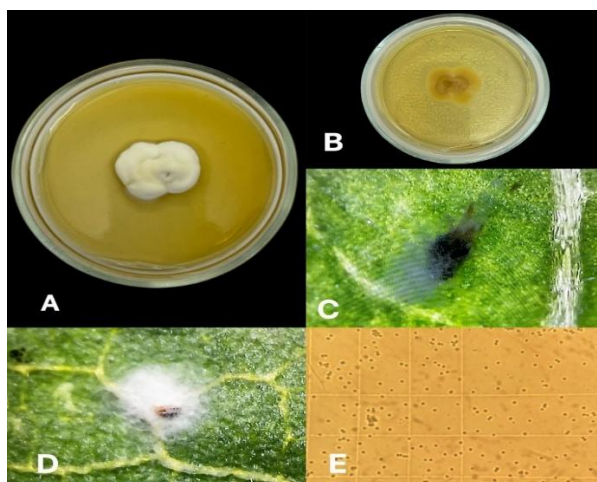


1-сурет – Әр түрлі саңырауқұлақ штамдарына байланысты өлу деңгейінің көрсеткіштері

Қалған штаммдар (BL₁(k)-09, Bp2-12, Bel₄-09) орташа тиімділік көрсетіп, 35-45% өлу деңгейін туындатты. Барлық жағдайларда айқын дозалық тәуелділік байқалды – концентрацияны 10⁷-ден 10⁸-ге дейін арттыру вируленттілікті сенімді түрде күшейтті ($P < 0.01$).

Осыған байланысты *BScar2-09*, *BL₁(т)-09* және *BCa₃(m)-09* штаммдарын *T. turkestanii*-ді биологиялық жолмен бақылауда ең перспективті таңдау ретінде ұсынуға болады. *BScar2-09* (*Beauveria bassiana*) штамының 1×10^8 конидий/мл концентрациясындағы суспензиясымен залалдандырылған кенелердің өлімінен кейін, мицелий дамуын бақылау мақсатында өлі кенелер бөлме температурасында ылғалдандырылған камера-ларға орналастырылды. 3-5 тәуліктен кейін өлі кенелердің дене бетінде *B. bassiana*-ға тән мицелийдің сыртқа шығуы байқалды. Бақылау нұсқасында мицелийдің өсуі байқалмады.

Патогенді морфологиялық сәйкестендіру үшін залалданған кенелердің бетінен бөлініп алынған конидиялар Сабура агарына егілді. Колониялардың өсуі 25°C температурада 7-10 күн бойы бақыланды. *B. bassiana*-ға тән морфологиялық белгілері бар колониялардың дамуы кенелердің өліміне саңырауқұлақ инфекциясының себеп болғанын дәлелдеді (2-сурет).



2-сурет – *Beauveria bassiana* BScar₂-09 штамы:

А – Сабура-декстрозды агар (SDA) қоректік ортасында колонияның өсуі; В – колонияның астыңғы беті; С – 1×10^7 конидий/мл концентрациясының *T. turkestanii*-ге әсері; D – 1×10^8 конидий/мл концентрациясының *T. turkestanii*-ге әсері; Е – *B. bassiana* конидиялары (споралары)

Бұл зерттеудің нәтижелері *B. bassiana* изоляттарының *T. turkestanii*-ге қарсы тиімді биологиялық бақылаушы агенттер ретінде айтарлықтай әлеуетін көрсетеді. Бұл зиянкес ауыл шаруашылығында кең таралған және экономикалық жағынан қауіпті. Алты түрлі штамм бойынша вируленттіліктің өзгергіштігі штамды дұрыс таңдау қажеттілігін және зиянкестермен күрес бағдарламаларын оңтайландырудың маңыздылығын көрсетеді. Әсіресе, *BScar2-09*, *BL₁(т)-09* және *BCa₃(m)-09* изоляттары 10-шы күнге дейін жоғары концентрацияда (1×10^8 спора/мл) 80%-дан жоғары өлу деңгейін туындатып, ерекше тиімділік танытты.

Өлу деңгейінің дозалық және уақытқа байланысты өзгерістері *B. bassiana*-ның белгілі әрекет ету механизміне сәйкес келеді. Саңырауқұлақ жәндік денесіне кутикула арқылы еніп, ферментативтік деградация мен механикалық қысым арқылы жұқтырады [11]. Споралардың жоғары концентрациясы инфекцияның сәтті таралу ықтималдығын арттырады, ал әсер ету уақытының ұзақтығы саңырауқұлақтың өсуін және үй қожайынының жүйелі түрде колонизациялануын қамтамасыз етеді, бұл соңында өлімге әкеледі. Бұл деректер споралардың жеткілікті шөгіндісін қалыптастыру және олардың қоршаған ортада тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін қолдану стратегияларын оңтайландыру қажеттілігін дәлелдейді, әсіресе далалық жағдайларда [12].

Изоляттар арасындағы вируленттілік айырмашылықтары генетикалық әртүрлілік-пен, ферменттік белсенділіктің ерекшеліктерімен және қоршаған ортаға бейімделуімен байланысты болуы мүмкін. Мысалы, *BScar2-09*, *BL₁(т)-09* және *BK₄-09* изоляттарының жоғары тиімділігі бұл штамдардың кутикула бұзатын протеаздардың жоғары белсенділігі

немесе споралардың өну жылдамдығының жоғары екенін болжайды [13]. Осы изоляттардың молекулярлық және биохимиялық сипаттамасы олардың тиімділігінің механизмдерін анықтауға көмектесіп, биологиялық бақылау стратегияларын дәлдеп жасауға мүмкіндік береді.

B. bassiana-ны биологиялық бақылаушы агент ретінде пайдалану дәстүрлі химиялық пестицидтермен салыстырғанда көптеген артықшылықтарға ие, оның ішінде қоршаған ортаға әсердің азаюы, резистенттіліктің даму қаупінің минималды болуы және интеграцияланған зиянкестермен күрес (IPM) принциптерімен үйлесімділік [14]. Дегенмен, *B. bassiana*-ны IPM бағдарламаларына сәтті енгізу үшін формулалар тұрақтылығы, далалық жағдайларда тұрақтылық және басқа зиянкестермен күрес әдістерімен өзара әрекеттесу сияқты бірқатар мәселелерді шешу қажет. Мысалы, *B. bassiana*-ны басқа биологиялық бақылаушы агенттермен, мысалы, жыртқыш кенелер (*Phytoseiulus persimilis*) немесе энтомопатогенді нематодтар (*Steinernema spp.*) сияқты, біріктіру синергетикалық әсер арқылы жалпы тиімділікті арттыруы мүмкін [15,16].

Тиімді нәтижелерге қарамастан, *B. bassiana* изоляттарын далалық жағдайларда қолдануды оңтайландыру үшін қосымша зерттеулер қажет. Температура, ылғалдылық және ультракүлгін сәулелену сияқты қоршаған орта факторлары саңырауқұлақтың тиімділігіне және тұрақтылығына айтарлықтай әсер етеді [17]. Сонымен қатар, осы изоляттардың әртүрлі агроэкологиялық жағдайларда тиімділігін бағалау және экономикалық тұрғыдан тиімді өндіріс пен қолдану хаттамаларын әзірлеу үшін ауқымды далалық сынақтар қажет. Қазіргі заманғы формулаларды жасау технологиялары, мысалы, микрокапсулалау және ультракүлгін қорғаныш құралдары, *B. bassiana*-ның далалық тиімділігін арттыруға арналған перспективалық жолдарды ашады [18].

Қорытынды. Зерттелген *Beauveria bassiana* штаммдары BScar₂-09, BL₁(T)-09 және BCa₃(m)-09 *Tetranychus turkestanicus*-ге қарсы жоғары вируленттілік көрсетті, 1×10^8 спора/мл концентрациясында 10-шы күнге дейін зиянкестердің 88-93% өлімін тудырды. BScar₂-09 штамы 3-ші күнде $32,5 \pm 8\%$ өлім деңгейін көрсетіп, ең жылдам әсер етті, ал BL₁(T)-09 және BCa₃(m)-09 ұзақ әсерді көрсетті. Залалдаудың тиімділігі спора концентрациясынан айтарлықтай ($p < 0,01$) тәуелді болды, 1×10^7 -ден 1×10^8 спора/мл-ге дейінгі концентрацияның артуымен тиімділік артты. Алынған нәтижелер осы штаммдарды түркістандық өрмекші кенеге қарсы биологиялық бақылау үшін пайдаланудың перспективтілігін растайды, бірақ практикалық қолдануға қосымша далалық сынақтар қажет. Басқа тестіленген штамдар орташа тиімділік көрсетті (35-45%), бұл жоғары вирулентті изоляттарды одан әрі іздеуді қажет ететінін көрсетеді.

Қаржыландыру. Зерттеу жұмыстары 2024 жылы Қазақстан Республикасы ауылшаруашылық министрлігінің 2024-2026 жылдарға арналған «Зиянды организмдерді басқару жүйесін жетілдіру және ендіру» (BR 22885887) тақырыбы бойынша ғылыми зерттеулерді бағдарламалық-мақсатты қаржыландыру жобасының аясында жүргізілді.

Әдебиеттер:

- [1] Grbić, M., Van Leeuwen T., Clark R. M., Rombauts S., Rouzé P., Grbić V., Van de Peer Y. *The genome of Tetranychus urticae reveals herbivorous pest adaptations.* – Nature, 2011. – Vol. 479, №7374. – P. 487–492. <https://doi.org/10.1038/nature10640>
- [2] Zhang, Z.Q. *Mites of greenhouses: Identification, biology, and control.* – CABI Publishing, 2003. ISBN: 9780851995908
- [3] Van Leeuwen, T., Vontas J., Tsagkarakou, A., Dermauw, W., & Tirry L. *Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite Tetranychus urticae and other important Acari: A review.* – Insect Biochemistry and Molecular Biology, 2010. – Vol. 40, №8. – P. 563–572. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2010.06.007>
- [4] Hoy, M.A. *Agricultural acarology: Introduction to integrated mite management.* – CRC Press, 2011. ISBN: 9781439837403

- [5] Hajek, A. E., St. Leger R.J. *Interactions between fungal pathogens and insect hosts*. – Annual Review of Entomology, 1994. – Vol. 39, №1. – P. 293–322. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.39.010194.001453>
- [6] Alves, S.B., Rossi L.S., Lopes R.B., Tamai M.A., Pereira R.M. *Beauveria bassiana* yeast phase on agar medium and its pathogenicity against *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). – Journal of Invertebrate Pathology, 2002. – Vol. 81, №2. – P. 70–77. [https://doi.org/10.1016/S0022-2011\(02\)00134-7](https://doi.org/10.1016/S0022-2011(02)00134-7)
- [7] Faria, M.R., & Wraight S. P. *Biological control of Bemisia tabaci with fungi*. – Crop Protection, 2001. – Vol. 20, №9. – P. 767–778. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(01\)00110-7](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(01)00110-7)
- [8] Gabarty, A., Mohamed A.A., Mahmoud M.H., & Ebrahim A. E. *Pathogenicity induced by the entomopathogenic fungi Beauveria bassiana and Metarhizium anisopliae in Agrotis ipsilon* (Hufn.). – Journal of Radiation Research and Applied Sciences, 2014. – Vol. 7, №1. – P. 95–100. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2013.12.003>
- [9] Goettel, M.S., Inglis G.D. *Fungi: Hyphomycetes*. – In: Lacey, L. A. (Ed.), Manual of techniques in insect pathology. – Academic Press, 1997. – P. 213–249. ISBN: 9780124325555
- [10] Ortiz-Urquiza, A., Keyhani N.O. *Stress response signaling and virulence: Insights from entomopathogenic fungi*. – Current Genetics, 2016. – Vol. 62, №1. – P. 59–65. <https://doi.org/10.1007/s00294-015-0525-8>
- [11] Mascarín, G.M., Jaronski S.T. *The production and uses of Beauveria bassiana as a microbial insecticide*. – World Journal of Microbiology and Biotechnology, 2016. – Vol. 32, №11. – P. 177. <https://doi.org/10.1007/s11274-016-2131-3>
- [12] Ortiz-Urquiza, A., Luo Z., Keyhani N.O. *Improving mycoinsecticides for insect biological control*. – Applied Microbiology and Biotechnology, 2015. – Vol. 99, №3. – P. 1057–1068. <https://doi.org/10.1007/s00253-014-6243-5>
- [13] Glare, T., Caradus J., Gelernter W., Jackson T., Keyhani N., Köhl J., Stewart A. *Have biopesticides come of age?* – Trends in Biotechnology, 2012. – Vol. 30, №5. – P. 250–258. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2012.02.003>
- [14] Köppenhöfer, A.M., Kaya H.K. *Additive and synergistic interactions between entomopathogenic nematodes and Bacillus thuringiensis for scarab grub control*. – Biological Control, 1997. – Vol. 8, №2. – P. 131–137. <https://doi.org/10.1006/bcon.1996.0507>
- [15] van Lenteren, J.C., Bolckmans K., Köhl J., Ravensberg W. J., Urbaneja A. *Biological control using invertebrates and microorganisms: Plenty of new opportunities*. – BioControl, 2018. – Vol. 63, №1. – P. 39–59. <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9801-4>
- [16] Rangel, D.E., Braga G.U., Fernandes É.K., Keyser C.A., Hallsworth J. E., & Roberts D. W. *Stress tolerance and virulence of insect-pathogenic fungi are determined by environmental conditions during conidial formation*. – Current Genetics, 2015. – Vol. 61, №3. – P. 383–404. <https://doi.org/10.1007/s00294-015-0477-z>
- [17] Keswani, C., Prakash O., Bharti N., Vilchez J. I., Sansinenea E., Lally R. D., Singh H. B. *Re-addressing the biosafety issues of fungal biocontrol agents for sustainable agriculture*. – Frontiers in Microbiology, 2020. – Vol. 11. – Article 2015. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00201>

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРИБА *BEAUVERIA BASSIANA* (BALS.) VUILL. ПРОТИВ ТУРКЕСТАНСКОГО ПАУТИННОГО КЛЕЩА (*TETRANYCHUS* *TURKESTANI*) В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Ташигул Н.Е.*, магистр естественных наук
Адилханқызы А., магистр сельскохозяйственных наук
Шисенбаева Н.Ж., магистр естественных наук
Касымов А.А., магистрант 2 курса по ОП 7М08104 «Защита растений и карантин»
Алпысбаева К.А., PhD
Успанов А.М., кандидат биологических наук

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений им.
Ж.Жиембаева», г. Алматы, Казахстан

Аннотация. Туркестанский паутинный клещ (*Tetranychus turkestanii*) – опасный вредитель, наносящий значительный ущерб сельскохозяйственным культурам и являющийся причиной значительных экономических потерь на мировом уровне. В данном исследовании была оценена эффективность шести штаммов энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill., изолированных из различных регионов Южного Казахстана, против *T. turkestanii*. Штаммы были выращены на питательной среде Сабуро (SDA), и готовились суспензии конидий с концентрациями 1×10^7 и 1×10^8 спор/мл. В состав суспензии был добавлен поверхностно-активный агент – 0,1% Tween 80. После заражения, показатели смертности клещей были зарегистрированы на 5-й, 7-й и 10-й день, и оценивалась биологическая активность штаммов. Результаты показали значительные различия в патогенной активности исследуемых штаммов. Штаммы BScar₂-09, BL₁(t)-09 и BCa₃(m)-09 продемонстрировали наибольшую эффективность, при этом самая высокая концентрация, прошедшая испытания, вызвала более 80% смертности паутинных клещей. Выявлена положительная корреляция между продолжительностью воздействия и уровнем смертности клещей. Полученные данные свидетельствуют о перспективности применения штаммов *B. bassiana* в биологической борьбе с *T. turkestanii*. Однако для практического применения этих результатов необходимо оптимизировать условия применения изолированных штаммов в полевых условиях и провести дополнительные исследования по интеграции их в системы защиты растений.

Ключевые слова: *Beauveria bassiana*, *Tetranychus turkestanii*, биологический контроль, штамм, патоген.

EVALUATION OF THE BIOLOGICAL EFFICACY OF THE FUNGUS *BEAUVERIA BASSIANA* (BALS.) VUILL. AGAINST THE TURKESTAN SPIDER MITE (*TETRANYCHUS TURKESTANI*) UNDER LABORATORY CONDITIONS

Tashigul N.E. *, Master of Natural Sciences

Adilkhankyzy A., Master of Agricultural Sciences

Shissenbayeva N.Zh., Master of Natural Sciences

Kassymov A.A., Master's degree 2 year 7M08104 "Plant Protection and Quarantine".

Alpysbayeva K.A., PhD

Uspanov A.M., Candidate of Biological Sciences

«Kazakh research Institute of plant protection and quarantine after named Zh. Zhiembayev» LLP, Almaty city, Kazakhstan

Annotation. The Turkestan spider mite (*Tetranychus turkestanii*) is a dangerous pest that causes significant damage to agricultural crops and leads to considerable economic losses on a global scale. This study evaluated the efficacy of six strains of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill., isolated from different regions of South Kazakhstan, against *T. turkestanii*. The strains were cultured on Sabouraud dextrose agar (SDA), and conidial suspensions were prepared at concentrations of 1×10^7 and 1×10^8 spores/ml. A 0.1% Tween 80 surfactant was added to the suspension. After inoculation, mite mortality rates were recorded on days 5, 7, and 10, and the biological activity of the strains was assessed. The results revealed significant differences in the pathogenic activity of the tested strains. The BScar₂-09, BL₁(t)-09, and BCa₃(m)-09 strains showed the highest efficacy, with the highest concentration tested causing more than 80% of spider mites died. A positive correlation was found between the exposure duration and mite mortality rate. The obtained data suggest the potential for using *B. bassiana* strains in the biological control of *T. turkestanii*. However, to apply these results in practice, further studies are required to optimize the field application conditions of the isolated strains and to integrate them into integrated plant protection systems.

Keywords: *Beauveria bassiana*, *Tetranychus turkestanii*, biological control, strain, pathogen.