

УДК 582. 288; 575.21

ПОДБОР ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД, СПОСОБСТВУЮЩИХ УСИЛЕНИЮ ВИРУЛЕНТНОЙ АКТИВНОСТИ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ *BEAUVERIA BASSIANA*

И.В. Чарыкова, Н.И. Некрасова, Д.С. Балпанов, О.А. Тен

*Научно-аналитический центр «Биомедпрепарат», Степногорск, а/я 94, мкр. 9, здание 3, Акмолинская область, 021500, Казахстан
charykova-61@mail.ru*

АБСТРАКТ

Грибные болезни значительно снижают численность насекомых в естественных условиях. На этом обосновывается разработка биологического метода борьбы с насекомыми-вредителями сельского хозяйства. К разряду наиболее перспективных относятся биопрепараты на основе энтомопатогенных грибов *Beauveria bassiana*, внесение которых при наличии оптимальных условий на участок, пораженный вредителем, приводит к массовому размножению и распространению *B. bassiana*, вследствие чего возникают эпизоотии. Одноразовое внесение возбудителя обеспечивает сохранение и поддержание количества на данном участке в течение одного сезона и даже нескольких лет. Широкий спектр энтомопатогенной активности *Beauveria bassiana* и безопасность в отношении позвоночных животных и растений позволяет эффективно использовать биопрепараты на основе *Beauveria bassiana* в сельском хозяйстве. Исходя из этого, изучение вопросов, связанных с культивированием энтомопатогенных грибов, представляет особую актуальность.

Изучено влияние стимуляторов роста и солей редких металлов на усиление и длительное сохранение вирулентности конидий энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* (*Balsamo*) *Vuillemin* шт. Б-3.

Получена модифицированная среда Чапека, которая способствует усилению вирулентности конидий энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* (*Balsamo*) *Vuillemin* шт. Б-3 за счет введения в состав среды отвара кормовых дрожжей. В результате дальнейшей модификации с введением солей редких металлов: йодистого калия и сернокислого цинка вирулентность конидий значительно повышена, что выражается в более сжатых сроках гибели тест-насекомых.

Разработана упрощенная питательная среда для практического применения, состоящая из сахарозы, кормовых дрожжей, азотнокислого натрия и солей редких металлов, способствующая усилению вирулентности конидий энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* (*Balsamo*) *Vuillemin* шт. Б-3.

Ключевые слова: энтомопатогенные грибы, *Beauveria bassiana*, культивирование, вирулентность, конидии.

SELECTION OF NUTRIENT MEDIA ENHANCING THE VIRULENT ACTIVITY OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI *BEAUVERIA BASSIANA*

I.V. Charykova, N.I. Nekrasova, D.S. Balpanov, O.A. Ten

*Scientific and Analytical Center "Biomedpreparat", Stepnogorsk, p/b 94, microdistrict 9, building 3, Akmola region, 021500, Kazakhstan
charykova-61@mail.ru*

ABSTRACT

Fungal diseases play an important role in the spread of insects, sometimes significantly reducing their number in the wild. Biopreparations based on entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* are considered to be the most promising ones, because at optimal conditions the application of the pathogen on any site, affected by the pests, results in massive propagation and dissemination of *B. bassiana*, the result of which is

the epizootic. In addition, a single introduction of the pathogen ensures the preservation and maintenance of the amount at the site for one season and even for several years. A wide range of entomopathogenic activity of *B. bassiana* and safety in relation to vertebrate animals and plants allows extensive and effective use of biopreparations based on *B. bassiana* in agriculture. Taking into consideration all facts, mentioned above, the study of issues related to the cultivation of entomopathogenic fungi is of particular relevance.

A modified Czapek medium has been obtained, which helps to increase the virulence of conidia of entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin strain B-3 due to the introduction of nutrient yeast broth into the medium. As a result of further modification with the introduction of salts of rare metals: potassium iodide and zinc sulfate, the virulence of conidia has significantly increased, resulting in a shorter time of the death of the test - insects.

A simplified nutrient media has been developed for practical application, consisting of sucrose, fodder yeast, sodium nitrate and salts of rare metals that enhances greater virulence of conidia of entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin strain B-3.

Keywords: entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana*, cultivation, virulence, conidia.

ВВЕДЕНИЕ

Эффективная защита растений является необходимым условием обеспечения продовольственной и экологической безопасности Республики Казахстан. Особую опасность для всех сельскохозяйственных угодий представляют стадные виды – итальянский прус, азиатская и мароккская саранча [1], а для зерновых культур в северных областях – комплекс видов нестатных саранчовых (атбасарская и малая крестовичка, крестовая, сибирская, белополосая, темнокрылая, чернополосая кобылки, степной и изменчивый конек, травянка Фишера и др.). Примерно 15-20 видов и подвидов саранчовых, обитающих на территории республики, являются многоядными вредителями [2].

В настоящее время в странах СНГ для контроля численности саранчовых используются только химические инсектициды. Однако, известно, что масштабное применение пестицидов имеет ряд существенных недостатков, важнейшими из которых являются возникновение резистентных популяций вредителей и загрязнение окружающей среды. Кроме того, многолетний опыт борьбы с саранчовыми свидетельствует о том, что инсектициды обеспечивают лишь временное снижение численности и вредоносности в местах их применения, но в целом, практически не могут повлиять кардинально на ход многолетней динамики численности. Напротив, тотальные обработки дестабилизируют экологическую ситуацию за счет истребления естественных врагов и природных эпизоотий, что удлиняет периоды массового размножения на несколько лет [3].

В связи с напряженной экологической обстановкой приоритетное значение в настоящее время приобретают биологические методы контроля численности вредителей растений. Одним из направлений биозащиты является использование энтомопатогенных грибов.

Энтомопатогенные грибы обладают способностью в естественных условиях заражать вредных насекомых, могут вызывать их массовые заболевания и гибель (эпизоотии). Кроме того, грибы способны расти на искусственных питательных средах (ПС), что позволяет создавать на их основе биологические препараты.

Создание микоинсектицидов – это направление в биотехнологии, к которому во многих странах мира проявляется неослабевающий интерес [4].

Среди всего разнообразия энтомопатогенных микроорганизмов одной из наиболее перспективных групп, с точки зрения снижения численности саранчовых, являются грибы из анаморфных родов – *Metarhizium* и *Beauveria*. Исследования с этими микроорганизмами активно проводятся во многих странах мира. К настоящему времени ассортимент зарубежных микоинсектицидов для снижения численности саранчовых включает 11 наименований [5].

Грибы, в отличие от бактерий и вирусов, проникают в тело насекомого не через пищеварительный тракт, а непосредственно через кутикулу. При прорастании конидий на кутикуле насекомого ростовые трубки могут развиваться на поверхности или сразу начинают прорастать в тело; часто этот процесс сопровождается образованием токсина. Если штамм слабо продуцирует токсин, мицелий достаточно быстро заполняет все тело насекомого. Заражение насекомых грибными патогенами в отличие от других микроорганизмов может происходить на различных стадиях развития (в фазе куколки или имаго). Грибы быстро растут и обладают большой репродуктивной способностью [6]. Разработаны эффективные препараты на основе мускаринного гриба *Beauveria bassiana* для борьбы с вредителями различных сельскохозяйственных растений, для контроля популяции насекомых в почве. После заражения насекомого *B. bassiana* выделяет боверицин, циклодепептид-токсин. Боверин безопасен для человека и теплокровных, не вызывает ожогов у растений. Саранча погибает в течение 7-10 дней после применения препарата на основе данных микроорганизмов. Споры гриба после зимовки в почве способны поражать следующие поколения насекомых [7].

Практическое значение гифальных грибов постоянно связано с проблемой их массового размножения. Культивирование энтомопатогенных грибов связано с определенными трудностями, т.к. они очень требовательны к питательным веществам [8].

Существует три основных способа массового производства спор *Beauveria bassiana* [9]:

1) размножение на твердых питательных средах в стерильных условиях при естественной аэрации (пригоден только для производства гриба в небольших масштабах в лаборатории);

2) выращивание в полустерильных условиях на жидких, тестообразных и твердых питательных средах в плоских сосудах различных размеров (метод можно использовать для лабораторных и полевых опытов);

3) производство в жидких средах на качалках или чанах промышленного ила с искусственной аэрацией (наиболее перспективный метод).

Для размножения и сохранения вирулентности конидий грибов необходимы разнообразные по составу питательные среды.

Целью нашей работы на данном этапе был поиск компонентов питательной среды, способствующих усилению и длительному сохранению вирулентности конидий энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* в процессе культивирования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследования использовали штамм гриба *Beauveria bassiana* (*Balsamo*) *Vuillemin* *um.* Б-3 (выделен в ТОО «Научно-исследовательский центр «Биомедпрепарат» в 2012 г. из погибших личинок перелетной саранчи *Locusta migratoria* L., собранных в местах эпизоотийного очага перелетной саранчи в Костанайской области). Штамм депонирован в ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», регистрационный номер В-373.

Культивирование микроорганизмов осуществляли поверхностным методом на плотных средах (среда Чапека, пивное сусло-агар и др.). Среды разливали в чашки Петри, которые засеивались вирулентной культурой *Beauveria bassiana*. Культивирование проводили в течение 14 дней.

Лабораторную оценку вирулентности опытных партий конидий в отношении личинок 1–2-го возрастов перелетной саранчи (*Locusta migratoria* L) и итальянского пруса (*Calliptamus italicus* L.) проводили по стандартным методикам в садках, в 3-х повторностях, по 10 особей в каждой. Смену корма и учет погибших насекомых проводили ежедневно в течение 7-9 суток в зависимости от уровня смертности [10]. В

качестве инфицированного материала при оценке вирулентности штамма использовали конидиальную суспензию энтомопатогенного гриба штамма-продуцента *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin Б-3.

Изучаемая культура представляла собой моноспорные изоляты штамма-продуцента *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin Б-3. Для моноспоровых расщепов использовали культуру штамма-продуцента с высокой продуктивностью по титру конидий (спор). Титры спор определяли по камере Горяева и поверхностным методом.

Поддерживающее хранение и отбор штамма осуществляли на твердых агаризованных питательных средах Чапека, Сабуро и сусло-агаре. Для закладки штамма-продуцента на длительное хранение использовали сыпучий экстракт – пшено.

Морфологическую картину мицелия в процессе развития микроорганизма исследовали методом световой микроскопии. Препарат просматривали в световом микроскопе *Zeiss Standart 25* с темнопольной и фазово-контрастной приставкой и фотоаппаратом.

Изучение биохимических свойств осуществляли по стандартным лабораторным методикам [11]. Полученные экспериментальные данные обрабатывали статистически по общепринятым в биологии методам с использованием пакетов прикладных программ Microsoft Excel 2007 и STAT 2. Сравнение вариантов опытов проводили при 5% уровне значимости по t-критерию Стьюдента. В таблицах и на графиках представлены средние значения из всех опытов с их стандартными ошибками.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Энтомопатогенные грибы как природные агенты регуляции численности насекомых-вредителей являются важным биологическим ресурсом, обеспечивающим сохранение биоразнообразия как в естественных биоценозах, так и при использовании их как биологического средства защиты растений в агроценозах. Для рационального использования энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* требуются исследования, которые позволят повысить его ресурс как природного агента регуляции численности вредных саранчовых.

Массовое размножение грибов рода *Beauveria bassiana* связано с постоянно повторяющимися пересевами. В результате непрерывных пересевов изменяется биологическая активность этой культуры грибов, изменяется показатель вирулентной активности, что сказывается на увеличении срока гибели тест-насекомых. Усиление вирулентной активности необходимо для разработки методологических основ селекции штамма и способов сохранения его свойств в течение длительного времени.

Известно, что для усиления паразитических свойств энтомопатогенные грибы пассируют через насекомых. Ни одна питательная среда не может заменить организм насекомого, но его состав вполне можно имитировать, если вести подбор оптимальных питательных сред. Наиболее благоприятны для размножения энтомопатогенных грибов среды, богатые органическими веществами, но не все они могут быть использованы для усиления и сохранения вирулентности.

В наших экспериментах исследовали среды различного состава, с целью подбора компонентов, способствующих усилению и длительному сохранению вирулентности конидий энтомопатогенных грибов в процессе культивирования.

При подборе питательной среды нами учитывались следующие обстоятельства:

- 1) грибы обычно растут лучше на среде, богатой углеводами, но выращивание их на таких средах длительное время может редуцировать споруляцию;
- 2) энтомопатогенные грибы предпочитают слабокислую реакцию (рН 5,4-5,6);
- 3) углеводы и белки в кислых и щелочных растворах разрушаются при нагревании, поэтому они должны быть умеренно стерилизованы или добавлены отдельно;

4) водопроводную воду следует предпочесть дистиллированной воде, поскольку первая содержит полезные микроэлементы.

Оптимизацию компонентного состава питательной среды и режимов культивирования (температура, аэрация, инокулят, pH и др.) проводили традиционными микробиологическими и биохимическими методами, основанными на законах, описывающих протекание фундаментальных процессов микробисинтеза – накопление биомассы, изменение содержания компонентов питательной среды, прохождение физиологических фаз в периодической культуре.

Поставленная задача была достигнута в результате использования органических и минеральных сред, их комбинаций с введением в среды стимуляторов роста и солей редких металлов. Вначале проверили возможность использования модифицированной среды Чапека для усиления вирулентной активности конидий гриба штамма-продуцента *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin Б-3 в сравнении с другими средами.

Проверено пять вариантов агаризованных сред, в качестве контроля служила исходная среда Чапека и неохмеленное пивное сусло. Вирулентность конидий гриба штамма-продуцента *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin Б-3, полученных на этих питательных средах с использованием показателя LT_{50} и LT_{100} , показана в таблице 1.

Таблица 1. Влияние состава питательных сред на вирулентность конидий гриба штамма-продуцента *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin Б-3

Table 1. The impact of culture media composition on the virulence of conidia of the fungus strain-producer *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin Б-3

Состав питательных сред Composition of nutrient media	Вирулентность конидий Virulence of conidia	
	LT_{50} (часы) LT_{50} (hours)	LT_{100} (часы) LT_{100} (hours)
Сусло – агар (контроль) Wort – agar (control)	182	190
Агаризованная среда Чапека (контроль) Czapek agar medium (control)	195	240
Отвар пшена – 100 мл, сахароза – 1 г, пептон – 0,2 г, KH_2PO_4 – 0,1 г, $MgSO_4$ – 0,05 г, KCl – 0,05 г, $FeSO_4$ – следы, агар-агар – 2 г Decoction of millet – 100 ml, saccharose – 1 g, peptone – 0,2 g, KH_2PO_4 – 0,1 g, $MgSO_4$ – 0,05 g, KCl – 0,05g, $FeSO_4$ – traces, agar-agar – 2 g	145	182
Модифицированная агаризованная среда Чапека с дрожжами (0,5 г на 100 мл среды), где источник азота – $(NH_4)_2SO_4$ A modified Czapek agar medium with yeast (0,5 g per 100 ml medium), where the nitrogen source is $(NH_4)_2SO_4$	124	158
Агаризованная среда Чапека с витаминным комплексом ($B_1+B_6+B_{12}$)	158	189

Czapek agar medium with a complex of vitamins (B ₁ +B ₆ +B ₁₂)		
--	--	--

Установлено, что LT₅₀ и LT₁₀₀ от конидий гриба *Beauveria bassiana* (*Balsamo*) *Vuillemin* шт. Б-3, выращенного на модифицированной среде Чапека с отваром дрожжей, составляет 124 и 158 часов, а контрольная агаризованная среда Чапека установила показатели 195 и 240 часов. Модифицированная среда Чапека превзошла по показателям вирулентности и агаризованное пивное сусло. Использование комбинированных питательных сред в сочетании со стимуляторами роста позволило не только сохранить исходную вирулентность штамма, но и значительно ее повысило.

Наряду со стимуляторами роста органического происхождения, проверено действие солей редких металлов (бария, брома, марганца, йода и цинка) на усиление вирулентной активности энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* (*Balsamo*) *Vuillemin* шт. Б-3. В качестве основы была взята модифицированная агаризованная среда Чапека с отваром дрожжей с добавлением 0,05% солей редких металлов, результаты эксперимента представлены в таблице 2.

Таблица 2. Влияние микроэлементов на вирулентность конидий гриба *Beauveria bassiana* (*Balsamo*) *Vuillemin* шт. Б-3

Table 2. The impact of trace elements on the virulence of conidia of the fungus *Beauveria bassiana* (*Balsamo*) *Vuillemin* strain Б-3

Модифицированная среда Чапека с добавлением солей редких металлов Modified Czapek's medium with the addition of salts of rare metals	Вирулентность конидий Virulence of conidia	
	LT ₅₀ (часы) LT ₅₀ (hours)	LT ₁₀₀ (часы) LT ₁₀₀ (hours)
BaCl ₂	288	296
ZnSO ₄	134	160
KI	136	164
KMnO ₄	198	234
Контроль: среда Чапека Control: Czapek medium	168	264

Результаты эксперимента показали, что наиболее вирулентные конидии гриба *Beauveria bassiana* (*Balsamo*) *Vuillemin* шт. Б-3 получены на модифицированной агаризованной среде Чапека с отваром дрожжей, где в качестве добавок были использованы соли: йодистый калий (KI) и сернокислый цинк (ZnSO₄). Экспериментально установлена оптимальная доза этих солей в составе питательной среды, которая составляет для йодистого калия – 30 г на 100 мл среды, а для сернокислого цинка – 20 г на 100 мл среды.

В результате исследования разработана оптимальная питательная среда, стимулирующая вирулентность конидий энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* (*Balsamo*) *Vuillemin* шт. Б-3 следующего состава, г: дрожжи кормовые – 15; сахароза – 3,0; (NH₄)₂SO₄ – 0,3; KH₂PO₄ – 0,1; MgSO₄ – 0,05; KCl – 0,05; ZnSO₄ – 0,002; KI – 0,003; FeSO₄ – следы; агар-агар – 1,5; вода водопроводная – 100 мл.

Вирулентность конидий энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin шт. Б-3, полученных при культивировании на оптимальной питательной среде, проверялась в отношении личинок 1–2-го возрастов перелетной саранчи *Locusta migratoria* L. вышеописанным методом в садках. Установлено, что LT₅₀ от конидий гриба *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin шт. Б-3, полученных на среде с серноокислым цинком, составила 128 часов, для среды с йодистым калием – 132 часа, LT₁₀₀ от конидий, полученных с этих сред – 156 часов.

Вирулентность конидий, полученных в результате эксперимента при культивировании на составленных питательных средах по сравнению с другими минеральными средами, значительно усилилась, что сказалось на сокращении сроков гибели тест-насекомых. Данная питательная среда хорошо показала себя при лабораторном исследовании энтомопатогенных грибов *Beauveria bassiana*, но так как при практическом использовании необходима питательная среда с минимальным количеством компонентов, но в то же время способная усиливать вирулентность культуры гриба, нами проведена работа по упрощению рецептуры питательной среды (таблица 3).

Таблица 3. Вирулентность конидий гриба *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin шт. Б-3 в зависимости от состава питательной среды

Table 3. The virulence of conidia of the fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin strain B-3, depending on the composition of the nutrient medium

Состав питательных сред Composition of nutrient media	Вирулентность конидий Virulence of conidia	
	LT ₅₀ (часы) LT ₅₀ (hours)	LT ₁₀₀ (часы) LT ₁₀₀ (hours)
Дрожжи кормовые – 0,5 г, сахароза – 1 г, NaNO ₃ – 0,3 г, агар-агар – 1,5 г, вода водопроводная – 100 мл Yeast – 0,5 g, sucrose – 1 g, NaNO ₃ – 0,3 g, agar-agar – 1,5 g, tap water – 100 ml	194	215
Дрожжи кормовые – 0,5 г, сахароза – 1 г, NaNO ₃ – 0,3 г, KI – 30 мг, ZnSO ₄ – 20 мг, агар-агар – 1,5 г, вода водопроводная – 100 мл Yeast – 0,5 g, sucrose – 1 g, NaNO ₃ – 0,3 g, KI – 30 mg, ZnSO ₄ – 20 mg, agar-agar – 1,5 g, tap water – 100 ml	124	146
Контроль: среда Чапека Control: Czapek medium	186	198

По результатам таблицы 3 видно, что из трех исследованных питательных сред, где в качестве контрольной взята среда Чапека, наиболее вирулентные конидии получены при культивировании энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin шт. Б-3 на упрощенной среде с добавлением солей: йодистого калия (KI) и серноокислого цинка (ZnSO₄). Установлено, что LT₅₀, LT₁₀₀ от конидий гриба, полученных на упрощенной питательной среде, в отношении личинок 1–2-го возрастов перелетной саранчи *Locusta migratoria* L составило 124 и 146 часов.

Большое практическое значение имеют данные, полученные в результате исследования, о сохранении жизнеспособности энтомопатогенных грибов с высокой

вирулентной активностью в условиях чистых культур. Поскольку частые пересевы способствуют сапрофитизации паразитических видов грибов, полученные данные приобретают особое значение при использовании энтомопатогенных грибов в биологической борьбе с вредными насекомыми.

ВЫВОДЫ

Получена модифицированная среда Чапека, которая способствует усилению вирулентности конидий энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin шт. Б-3 за счет введения в состав среды отвара кормовых дрожжей.

В результате дальнейшей модификации с введением солей редких металлов: йодистого калия (KI) и сернокислого цинка ($ZnSO_4$) вирулентность конидий значительно повышена, что выражается в более сжатых сроках гибели тест-насекомых.

Разработана упрощенная питательная среда для практического применения, состоящая из сахарозы, кормовых дрожжей, азотнокислого натрия и солей редких металлов, способствующая усилению вирулентности конидий энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin шт. Б-3.

Финансирование

Работа выполнена в рамках Межгосударственной целевой программы ЕврАзЭС МГ.0591 «Инновационные биотехнологии» на 2012–2014 гг. по проекту 02.08 «Разработка технологии производства биологического препарата для подавления численности вредных саранчовых».

ЛИТЕРАТУРА

1. Leger R.J.St., Wang C. Genetic engineering of fungal biocontrol agents to achieve greater efficacy against insect pests // *Applied Microbiology*. – 2010. – №85. – P. 901-907.
2. Смагулова Ш.Б., Леднев Г.Р., Левченко М.В., Слямова Н.Д., Успанов А.М., Нусипбекова А.А. Скрининг казахстанских штаммов энтомопатогенных грибов по признаку вирулентности на саранчовых // *Вестник Казахского Национального Университета им. Аль-Фараби*. Серия биологическая. – 2012. – №3(55). – С. 106-110.
3. Камбулин В.Е. Динамика популяций стадных саранчовых в Казахстане // *Защита растений*. – 2012. – №4. – С. 51-57.
4. Federici B.A., Bonning B.C., Leger St. Improvement of insect pathogens as insecticides through genetic engineering // *PathoBiotechnology*. – Austin, 2011. – P. 15-40.
5. Успанов А.М. Биологическое обоснование отбора штаммов гриба *Beauveria bassiana* S.L. для снижения численности саранчовых в Казахстане: автореф. ... канд. биол. наук: 06.01.07. – СПб.: Пушкин, 2013. – 123 с.
6. Donadio S., Monciardini P., Alduina R. et al. Microbial technologies for the discovery of novel bioactive metabolites // *Biotechnology*. – 2012. – №99. – P. 187-198.
7. Berdy J. Bioactive microbial metabolites // *Antibiotics*. – 2011. – №58. – P. 1-26.
8. Левченко М.В. Биологическое обоснование использования энтомопатогенных гифомицетов для подавления численности вредных саранчовых: автореф. ... канд. биол. наук. – СПб.: Пушкин, 2007. – 148 с.
9. Дрегваль О.А., Черевач Н.В., Крашевская В.И., Винников А.И. Подбор питательной среды для культивирования энтомопатогенных грибов *Beauveria bassiana* // *Вестник Днепропетровского университета*. – 2011. – Т. 9(1). – С. 80-83.

10. МУ 3.5.2.1759 – 03 Методы определения эффективности инсектицидов, акарицидов, регуляторов развития и репеллентов, используемых в медицинской дезинсекции. – М., 2003. – 55 с.

11. Грачева И.М. Лабораторный практикум по технологии ферментных препаратов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – С. 14-13.

REFERENCES

1. Leger R.J.St., Wang C. Genetic engineering of fungal biocontrol agents to achieve greater efficacy against insect pests. *Applied Microbiology*, 2010, vol. 85, pp. 901-907. 19862514.

2. Smagulova Sh.B., Lednyov G.R., Levchenko M.V., Slyamova N.D., Uspanov A.M., Nusipbekova A.A. Skrining kazhastanskikh shtammov jentomopatogennykh gribov po priznaku virulentnosti na saranchovykh [Screening of Kazakhstani strains of entomopathogenic fungi on the basis of virulence against the locust]. *Bulletin of the Kazakh National University named after Al-Farabi*, Biology Series, 2012, vol. 33(55), pp. 106-110.

3. Kambulin V.E., Kambulin V.E., Yskak S., Toleubaev K.M. Dinamika populjacij stadnykh saranchovykh v Kazahstane [Gregarious locust population dynamics in Kazakhstan]. *Plant Protection*, 2012, no. 4, pp. 51-57.

4. Federici B.A., Bonning B.C., Leger St. Improvement of insect pathogens as insecticides through genetic engineering. *PathoBiotechnology*, Austin, 2011, pp. 15-40.

5. Uspanov A.M. Biologicheskoe obosnovanie otbora shtammov griba *Veauveria bassiana* S.L. dlja snizhenija chislennosti saranchovykh v Kazahstane. Avtoref. Diss.[Biological basis of selection of strains of the fungus *Veauveria bassiana* SL to reduce the number of locusts in Kazakhstan. Abst. Diss.]. Petersburg, Pushkin, 2013, 123 p.

6. Donadio S., Monciardini P., Alduina R. et al. Microbial technologies for the discovery of novel bioactive metabolites. *Biotechnology*, 2012, no. 99, pp. 187-198.

7. Berdy J. Bioactive microbial metabolites. *Antibiotics*, 2011, no. 58, pp. 1-26.

8. Levchenko M.V. Biologicheskoe obosnovanie ispolzovaniya jentomopatogennykh gifomicetov dlja podavlenija chislennosti vrednykh saranchovykh. Avtoref. Diss [The biological rationale for the use of entomopathogenic filamentous fungus to suppress the number of harmful locust. Abst. Diss.]. Petersburg, Pushkin, 2007, 148 p.

9. Dregval O.A., Cherevach N.V., Krashewskaya V.I., Vynnykov A.I. Podbor pitatelnoj sredy dlja kultivirovaniya jentomopatogennykh gribov *Beauveria bassiana* [Selection of a nutrient medium for the cultivation of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana*]. *Bulletin of Dnepropetrovsk University*, 2011, vol. 9 (1), pp. 80-83.

10. Methodical instruction 3.5.2.1759-03. Metody opredelenija jeffektivnosti insekticidov, akaricidov, reguljatorov razvitija i repellentov, ispolzuemykh v medicinskoj dezinsekcii [Methods for determining the effectiveness of insecticides, miticides, regulators of development and repellents used in medical disinfestation]. Moscow, 2003, 55 p.

11. Gracheva I.M. Laboratornyj praktikum po tehnologii fermentnykh preparatov [Laboratory workshop on the technology of enzyme preparations]. Moscow, Light and food industry, 1982, pp. 14-13.

ТҮЙІН

Саңырауқұлақ аурулары табиғи жағдайларда жәндіктердің мөлшерін айтарлықтай азайтады. Ауыл шаруашылығының зиянкес жәндіктерімен күрестің биологиялық әдісін әзірлеу осыған негізделеді. Неғұрлым перспективалы топқа *Beauveria bassiana* энтомопатогенді саңырауқұлақтар негізіндегі биопрепараттар жатады, оңтайлы жағдайлар кезінде зиянкес зақымдаған учаскеге оны енгізу *B. bassiana*-ның жаппай көбеюіне және таралуына әкеледі, оның салдарынан індет туындайды. Қоздырғышты бір рет енгізу осы

учаскеде бір маусым және бірнеше жылдар ішінде мөлшерін сақтау мен ұстап тұруды қамтамасыз етеді. *Beauveria bassiana* энтомопатогендік белсенділігінің кең спектрі және омыртқалы жануарлар мен өсімдіктерге қатысты қауіпсіздік ауыл шаруашылығында *B. bassiana* негізіндегі биопрепараттарды тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Осыны негізге ала отырып, энтомопатогенді саңырауқұлақтар өсірумен байланысты мәселелерді зерттеу ерекше өзектілікке ие.

Beauveria bassiana (Balsamo) Vuillemin Б-3 дана энтомопатогенді саңырауқұлақтың конидияларының вируленттілігін күшейтуге және ұзақ сақталуына сирек металдар тұздары мен өсу ынталандырушыларының әсері зерделенді.

Қоректік орта құрамына азықтық ашытқылар қайнатындысын енгізу есебінен *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin Б-3 дана энтомопатогенді саңырауқұлақ конидияларының вируленттілігі күшеюіне ықпал ететін түрлендірілген Чапек ортасы алынды. Сирек металдардың: йодты калий мен күкірт қышқылды цинктің тұздарын енгізумен одан әрі түрлендіру нәтижесінде конидиялардың вируленттілігі біршама жоғарылады, ол тест-жәндіктердің неғұрлым қысқа мерзімдерде жойылуынан білінеді.

Beauveria bassiana (Balsamo) Vuillemin Б-3 дана энтомопатогенді саңырауқұлақтың конидияларының вируленттілігін күшейтуге мүмкіндік туғызатын сахароза, азықтық ашытқылар, сирек металдар тұздары және азот қышқылды натриден тұратын, тәжірибелік қолданысқа арналған қарапайым қоректік орта әзірленді .

Кілтті сөздер: энтомопатогенді саңырауқұлақтар, *Beauveria bassiana*, өсіру, вируленттілік, конидиялар.