

agrarnogo universiteta. – 2012. – № 8. – S. 62-65.

9. Malinovskikh A.A., Kupriyanov A.N. Ekologicheskaya struktura flory garey i etapy ikh zarastaniya v ravninnykh sosnovykh lesakh Altayskogo kraya // Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal. – 2013. – № 5. – S. 653-660.

10. Malinovskikh A.A. Analiz aktivnosti vidov tsenoflory garey v lentochnykh borakh Yuzhnoy Sibiri // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 5. – S. 102-106.

11. Malinovskikh A.A. Poslepozharnyy vosstanovitelnyy protsess na garyakh 1997 g. v ravninnykh sosnovykh lesakh yuga Zapadnoy Sibiri // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 3. – S. 70-76.

12. Malinovskikh A.A. Dinamika nakopleniya organicheskogo veshchestva na garyakh 1997 g. v ravninnykh sosnovykh lesakh yuga

Zapadnoy Sibiri // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 10. – S. 49-53.

13. Malinovskikh A.A. Vliyanie ekologicheskikh usloviy na floristicheskiy sostav garey 1997 g. v yugo-zapadnoy chasti lentochnykh borov Altayskogo kraya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 11. – S. 76-79.

14. Malinovskikh A.A. Dinamika zarastaniya krupnoploshchadnykh garey v lentochnykh i priobskikh borakh Altayskogo kraya // Lesa Evrazii – Bolshoy Altay: Mat. XV mezhdunar. konf. – M.: MGUL, 2015. – S. 63-64.

15. Malinovskikh A.A. Vosstanovlenie ravninnykh sosnovykh lesov yuga Zapadnoy Sibiri posle krupnykh pozharov 1997 g. // Problemy promyshlennoy botaniki industrialno razvitykh regionov: Mat. IV mezhdunar. konf. – Kemerovo, 2015. – S. 98-101.



УДК 579.64

А.С. Баймухамбетова, Д.К. Магзанова, Ю.В. Батаева
A.S. Baymukhambetova, D.K. Magzanova, Yu.V. Batayeva

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНГИЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ ИЗОЛЯТА
БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS* НА НЕКОТОРЫЕ ВИДЫ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ**

**STUDY OF FUNGICIDAL ACTIVITY OF BACTERIAL ISOLATES OF GENUS *BACILLUS*
ON SOME SPECIES OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI**

Ключевые слова: фитопатогенные грибы, агропромышленный комплекс, биопрепараты, микроорганизмы, бактерии рода *Bacillus*, болезни растений, зона подавления роста.

Keywords: phytopathogenic fungi, agro-industrial complex, biological products, microorganisms, bacteria of genus *Bacillus*, plant diseases, growth inhibition zone.

Рассмотрены вопросы влияния фитопатогенных микроорганизмов на растения. Для проведения эксперимента был выделен изолят изучаемых бактерий, выращенный на твердой питательной среде, который с помощью микробиологической петли наносили на чашки Петри с бобовым агаром в виде штриха. После трехдневной инкубации в термостате при оптимальной температуре на чашки Петри раскладывали блоки грибов. На третьи-пятые сутки по диаметру роста колоний гриба на бактериальном штрихе (или около него) и в контроле (на среде без бактериального штриха) судили о фунгицидной активности бактериальной культуры. Полученные данные показали разную степень антагонистической активности полученного изолята бактерий рода *Bacillus* по отношению ко всем исследуемым фитопатогенам. Рост колоний грибов (посевной блок) в зоне бактериального штриха, в сравнении с контролем, во всех вариантах был меньше. Воздействие штамма-антагониста вызывало полное подавление роста фитопатогенных гифомицетов, некроз фитопатогенного гриба или его спороношение.

The influence of pathogenic microorganisms on plants is discussed. To run the experiment, isolates of the studied bacteria were grown on solid medium, and streak inoculated with inoculation loop onto Petri dishes with bean agar. After three days' incubation in thermostat at 28°C, fungi blocks were put onto the Petri dishes. On days 3-5 the diameter of fungus colonies growth on the bacterial streak (or around) and in the control (medium without bacterial streak) enabled to judge on the fungicidal activity of the bacterial culture. The obtained data showed different degrees of antagonist action of the resulting isolate of *Bacillus* genus bacteria against all pathogens under investigation. The growth of fungus colonies (inoculation block) in the streak zone was lower in all variants as compared to the control. The impact of the antagonistic strain caused complete growth inhibition of pathogenic hyphomycetes and phytopathogenic fungus necrosis or sporulation inhibition.

Баймухамбетова Аделя Саметовна, аспирант, м.н.с., научно-производственная лаборатория биотехнологий, Астраханский государственный университет. E-mail: adelja1989@mail.ru.

Магзанова Дамеля Кажигалиевна, к.б.н., с.н.с., научно-производственная лаборатория биотехнологий, Астраханский государственный университет. E-mail: dmagzanova@mail.ru.

Батаева Юлия Викторовна, к.б.н., доцент, каф. биотехнологии, аквакультуры и зоологии, Астраханский государственный университет. E-mail: aveatab@mail.ru.

Baymukhambetova Adelya Sametovna, post-graduate student, Junior Staff Scientist, Biotechnology Lab., Astrakhan State University. E-mail: adelja1989@mail.ru.

Magzanova Damelya Kazhigaliyevna, Cand. Bio. Sci., Senior Staff Scientist, Biotechnology Lab., Astrakhan State University. E-mail: dmagzanova@mail.ru.

Batayeva Yuliya Viktorovna, Cand. Bio. Sci., Assoc. Prof., Chair of Biotechnology, Aquaculture and Zoology, Astrakhan State University. E-mail: aveatab@mail.ru.

Введение

Первые научные сведения о патологических изменениях в тканях растений были сделаны в начале XX в. при изучении образования клубеньков на корнях люпина. Это явление дало возможность обратить внимание на паразитический характер жизни микроорганизмов в растениях. Доказано, что растения больше поражаются грибами, чем бактериями. Это связано с более кислой средой тканей растений, которая благоприятствует развитию грибов. Тем не менее известно довольно много бактериальных болезней растений (бактериозов) и болезней, вызываемых вирусами.

Источники заражения фитопатогенными микроорганизмами различны. Одним из важнейших источников заражения являются семена. Попадая внутрь или на поверхность семян, фитопатогенные микроорганизмы находят подходящее место для перезимовки. При прорастании семян они могут заражать всходы, а затем по проводящим сосудам передвигаться в растения и заражать взрослые растения в период вегетации. Кроме того, больные семена могут служить источником распространения инфекции. Заболевания могут распространять зеленые растения, в которых микробы хорошо сохраняются и переносятся в новые районы вместе с зараженными растениями. Одним из основных источников заражения бактериозами являются остатки больных растений. Особенно долго и хорошо фитопатогенные микроорганизмы сохраняются в деревянистых частях растений. Некоторые виды насекомых также могут являться источником первичной инфекции. Переносить фитопатогенные микроорганизмы может также и вода – поливная, вода рек и других источников. Человек может распространять заболевания растений на большие расстояния при перевозке семян и посадочного материала, а также при обработке растений, уходе за ними в период вегетации и другими способами.

Для борьбы с болезнями растений применяются дорогостоящие меры – профилактическое опрыскивание растений пестицидами. Большие средства тратятся на разработку химических средств защиты растений. Мировой ассортимент пестицидов (только по действующим веществам) насчитывает около 1000 наименований, а их использование обходится человечеству в десятки миллиардов долларов в год.

В настоящее время актуальными вопросами агропромышленного комплекса являются экономическая эффективность и экологическая безопасность. При производстве биологически полноценных и безопасных продуктов питания и кормов в экологическом земледелии не допускается применение синтетических регуляторов роста, химических пестицидов, поэтому все больший интерес приобретают удобрения и пестициды биологического происхождения.

Биопрепараты и биоудобрения на основе бактерий на мировом рынке находятся на стадии развития. Бактерии рода *Bacillus* вызывают большой интерес микробиологов по причине повсеместного распространения представителей этого рода, цикла развития, необычной устойчивости их спор к химическим и физическим агентам и патогенности. По мнению специалистов, род *Bacillus* – это одна из наиболее разнообразных и коммерчески полезных групп микроорганизмов [1, 2]. Они обладают высокой конкурентоспособностью при колонизации соответствующих частей растений, образовании бактериально-растительных ассоциаций, а также жизнеспособностью за счет образования эндоспор.

Учитывая вышеизложенное, целью работы является исследование спектра фунгицидного действия изолята бактерий рода *Bacillus* на некоторые виды грибов.

Объекты и методы

В качестве тест-объектов использовали следующие фитопатогенные грибы *Fusarium culmorum*, *F. sporotrichoides*, *F. gra-*

minearum, *F. poae*, *Alternaria tenuissima*, *Phytilum ultimum*.

Фунгицидную активность определяли с помощью метода Cross-Streak [3].

Экспериментальная часть

При проведении данного теста использовали выделенный изолят, выращенный на твердой питательной среде, который с помощью микробиологической петли наносили на чашки Петри с бобовым агаром в виде штриха [2, 4]. После трехдневной инкубации в термостате при температуре 28°C на чашки Петри раскладывали блоки грибов

диаметром 1 мм (возраст культуры гриба составлял от 14 до 28 сут.). На 3-5-е сут. по диаметру роста колоний гриба на бактериальном штрихе (или около него) и в контроле (на среде без бактериального штриха) судили о фунгицидной активности бактериальной культуры.

Результаты и их обсуждение

По результатам полученных данных выяснили, что изучаемый изолят в разной степени проявлял антагонистическую активность по отношению ко всем исследуемым фитопатогенам (рис.).

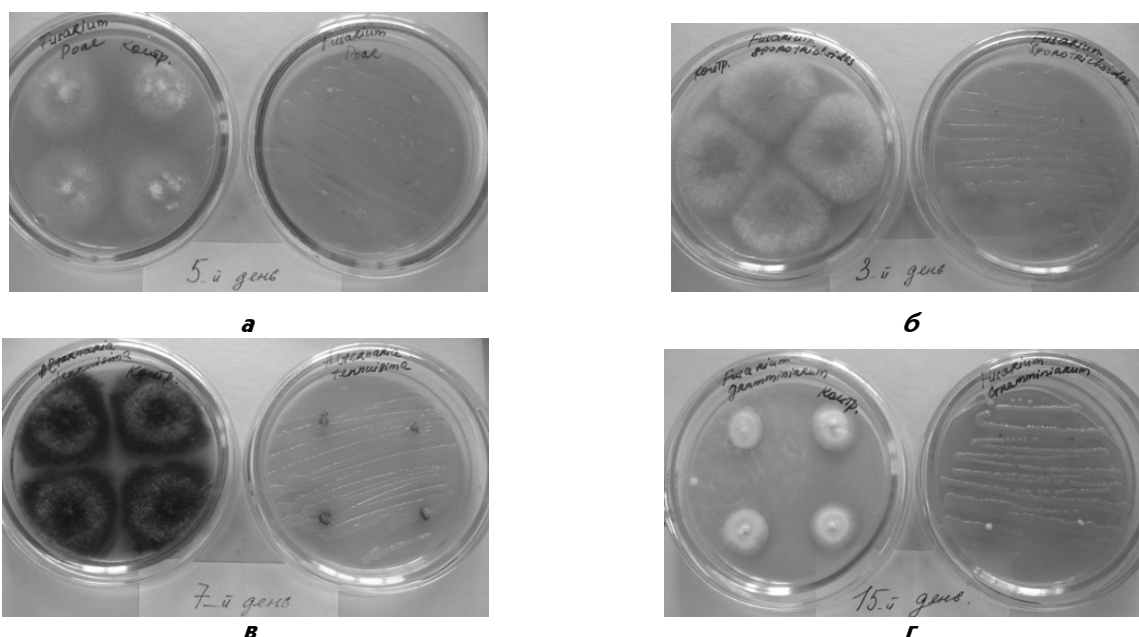


Рис. Подавление роста фитопатогена исследуемым изолятом:
 а – *F. Sporotrichoides*; б – *F. poae*; в – *A. tenuissima*; г – *F.graminearum*

Таблица

Фунгицидная активность исследуемого штамма

Тест-объект	Диаметр колонии фитопатогена в зоне бактериального штриха (рост посевного блока), мм			
	инкубация, сут.			
	3-и	5-е	7-е	15-е
Контроль <i>F. culmorum</i>	43±0,58	47±0,4	48±0,4	48±0,4
<i>F. culmorum</i>	2,5±0,95	7±3,48	9,75±3,98	14,25±4,6
Контроль <i>F. sporotrichoides</i>	40,5±0,64	46±0,4	48,5±0,4	48,5±0,4
<i>F. sporotrichoides</i>	0	0	0	2,25±0,98
Контроль <i>F. graminearum</i>	7±0,57	10±0,4	12,25±0,47	20,5±0,95
<i>F. graminearum</i>	0	0	0	0
Контроль <i>F. poae</i>	23±0,7	36,5±1,7	48±0,4	48±0,4
<i>F. poae</i>	0	0	0	4,5±0,64
Контроль <i>A. tenuissima</i>	24,25±1,03	40,25±0,25	51±0,4	51±0,4
<i>A. tenuissima</i>	0	2±0,4	4±0,4	9,5±0,28
Контроль <i>P. ultimum</i>	15±0,57	20±0,7	32,25±1,03	49±0,25
<i>P. ultimum</i>	9,25±1,25	17,25±1,03	27,5±0,86	28,75±0,94

Воздействие штамма-антагониста вызывало полное подавление роста фитопатогенных гифомицетов, некроз фитопатогенного гриба или его спороношение.

Наибольшая фунгицидная активность штамма бактерий была отмечена по отношению к *F. graminearum*, колония данного гриба на бактериальном штрихе не развивалась. Колонии грибов *F. roae* и *F. sporotrichoides* не показывали признаков роста в течение семи дней, а при учете роста на 15-й день диаметр колоний составлял $2,25 \pm 0,98$ и $4,5 \pm 0,64$ мм, что на 46,25 и 43,5 мм меньше, чем в контроле, соответственно (рис., табл.).

Наименьшую фунгицидную активность изучаемый изолят проявлял по отношению к *P. ultimum*. Колонии фитопатогена были меньше, чем в контроле, на 5,75 мм – на 3-и сут., 2,75 мм – на 5-е, 4,75 мм – на 7-е. и на 20,25 мм – на 15-е сут. (табл.).

Заключение

Для интенсификации роста растений можно использовать бактерии, способные стимулировать рост растений и являющиеся отличным способом замены химических удобрений и пестицидов. Многолетние обширные исследования доказали, что чистые штаммы почвенных микроорганизмов, которыми обработаны семена сельскохозяйственных культур, повышают их всхожесть, укрепляют развитие рассады овощей, улучшают питание в азоте и фосфоре, стимулируют процесс корнеобразования из-за выделения физиологических активных веществ [1, 5, 6].

Бактерии рода *Bacillus* являются наиболее распространенными в ризосфере растений. Эти микроорганизмы удивительно жизнеспособные, благодаря образованию эндоспор, вследствие чего могут выживать в неблагоприятных условиях среды. Бактерии рода *Bacillus* способны к разложению органических веществ в почве, повышению доступности для растений элементов питания за счет фиксации азота, мобилизации фосфора, образования биологически активных веществ, повышают устойчивость растений к некоторым фитопатогенным грибам [7-9]. В связи с этим бациллы используют в качестве перспективных объектов для разработки биопрепаратов.

Проведенные эксперименты по определению фунгицидной активности исследуемого изолята свидетельствуют о его способности ингибировать рост фитопатогенных грибов. Полученные результаты лабораторных исследования являются предпо-

сылкой для дальнейших исследований в этой области в поисках разработки биопрепаратов на основе бактерий рода *Bacillus* для повышения всхожести и урожайности сельскохозяйственных культур.

Библиографический список

1. Емцев В.Т., Мишустин Е.Н. Микробиология: учебник для вузов. – 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2005. – 445 (3) с.
2. Захаров Н.Г. и др. Создание биопрепаратов, перспективных для сельского хозяйства // Ученые записки Казанского государственного университета. – 2006. – Т. 148. – Кн. 2. – С. 102-112.
3. Кудриш И.К., Рой А.А., Мельникова Н.Н. Формирование проростков сельскохозяйственных растений при бактериализации семян отдельными видами микроорганизмов и их композициями // Физиология и биохимия культ. растений. – 2001. – Т. 33. – № 4. – С. 341-346.
4. Мелентьев А.И. Аэробные спорообразующие бактерии рода *Bacillus Cohn* в агроэкосистемах // Ин-т биологии УфимНЦ РАН. – М.: Наука, 2007. – С. 3-6.
5. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / под ред. А.И. Нетрусова. – М., 2005. – 608 с.
6. Barriuso J., Solano B.R. Ecology, Genetic Diversity and Screening Strategies of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) // Journal of Plant Nutrition. – 2008. – P. 1-17.
7. Frankenberger W.T., Arshad M. Phytohormones in soil: microbial production and function. – New York, 1995. – 503 p.
8. Timmusk S., Nicander B., Granhall U., Tillberg E. Cytokinin production by *Paenibacillus polymyxa* // Soil Biology and Biochemistry. – 1999. – Vol. 31. – P. 1847-1852.
9. Kerr J.R. Bacterial inhibition of fungal growth and pathogenicity // Microbial Ecology in Health and Disease. – 1999. – Vol. 11 (3). – P. 129-142.

References

1. Emtsev V.T., Mishustin E.N. Mikrobiologiya: uchebnik dlya vuzov. – 5-e izd. pererab. i dop. – M.: Drofa, 2005. – 445 s.
2. Zakharov N.G. i dr. Sozdanie biopreparatov, perspektivnykh dlya selskogo khozyaystva // Uchenye zapiski Kazanskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2006. – Т. 148. – Кн. 2. – С. 102-112.
3. Kudrish I.K., Roy A.A., Melnikova N.N. Formirovanie prorstkov selskokhozyaystven-

nykh rasteniy pri bakterizatsii semyan ot delnymi vidami mikroorganizmov i ikh kompozitsiyami // Fiziologiya i biokhimiya kult. rasteniy. – 2001. – Т. 33. – № 4. – С. 341-346.

4. Melentev A.I. Aerobnye spoorobrazuyushchie bakterii roda Bacillus Cohn v agroekosistemakh // In-t biologii UfimNTs RAN. – М.: Nauka, 2007. – С. 3-6.

5. Praktikum po mikrobiologii: ucheb. posobie dlya studentov vyssh. ucheb. zavedeniy / pod red. A.I. Netrusova. – М., 2005. – 608 с.

6. Barriuso J., Solano B.R. Ecology, Genetic Diversity and Screening Strategies of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) // Journal of Plant Nutrition. – 2008. – P. 1-17.

7. Frankenberger W.T., Arshad M. Phytohormones in soil: microbial production and function. – New York, 1995. – 503 p.

8. Timmusk S., Nicander B., Granhall U., Tillberg E. Cytokinin production by Paenibacillus polymyxa // Soil Biology and Biochemistry. – 1999. – Vol. 31. – P. 1847-1852.

9. Kerr J.R. Bacterial inhibition of fungal growth and pathogenicity // Microbial Ecology in Health and Disease. – 1999. – Vol. 11 (3). – P. 129-142.

Работа выполнена в рамках соглашения № 7140 ГУ2015 о предоставлении гранта на выполнение научно-исследовательских работ с «Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере».



УДК 630*27:630*181.28

М.Д. Мерзленко, А.А. Коженкова, П.Г. Мельник
M.D. Merzlenko, A.A. Kozhenkova, P.G. Melnik

РОСТ ХВОЙНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ В ЗАПАДНОМ ПОДМОСКОВЬЕ

GROWTH OF INTRODUCED CONIFEROUS SPECIES IN THE WESTERN PART OF THE MOSCOW REGION

Ключевые слова: интродукция, лесные культуры, лесоводственный эффект, род *Larix*, род *Pinus*, род *Picea*, род *Pseudotsuga*.

Исследованы 66-летние хвойные интродуценты в Серебрянборском опытном лесничестве Института лесоведения РАН, расположенном в западной части Московской области. Данный опыт по интродукции хвойных включает в себя эксперимент с 14 видами, в число которых входят 7 видов рода *Larix*, 5 видов *Pinus* и по одному виду рода *Picea* и рода *Pseudotsuga*. Хвойные интродуценты высажены в 1950 г. путём рядовой посадки 2-летних сеянцев по сплошь обработанной почве. Результаты исследований показали, что наилучшим лесоводственным эффектом (Ia класс бонитета) обладают искусственные насаждения, представленные следующими хвойными интродуцентами: лиственницей польской, лиственницей Кемпфера, лиственницей Сукачёва и сосной густоцветной. Полностью не оправдала себя ель канадская, а также сосна кедровая сибирская, привитая на сосну обыкновенную. У этих интродуцентов за последние 13 лет, т.е. с момента последних учётных работ, произошел очень большой отпад деревьев, составляющий, соответственно, 56,7 и 80,0%. Коренной древесной породой Серебрянборского лесничества является сосна обыкновенная, древостой которой характеризуются Ia классом бонитета. Поэтому произведён сравнительный анализ роста интродуцентов с лесными культурами сосны аналогичного возраста, которые имеют среднюю высоту 26,7 м и средний диаметр 26,3 см. Итоговые расчёты по-

казали непригодность внедрения в Западное Подмосковье таких хвойных пород, как ель канадская и сосна кедровая сибирская с прививкой на сосну обыкновенную. Вполне оправдана интродукция лиственницы польской, лиственницы Кемпфера и сосны веймутовой. Следует отметить, что лиственница польская и лиственница Кемпфера дали очень высокий лесоводственный эффект и в географических посадках Бронницкого лесничества Московской области.

Keywords: species introduction, forest plantations, silvicultural effect, genus *Larix*, genus *Pinus*, genus *Picea*, genus *Pseudotsuga*.

Sixty-six year old introduced coniferous species were studied in the territory of the Serebryanoborskoye Experimental Forest District in the western part of the Moscow Region. The experiment on coniferous species introduction is represented by 14 species that include 7 *Larix* genus species, 5 *Pinus* genus species, and one species of both *Picea* and *Pseudotsuga* genus. The coniferous introduced species were planted in 1950. Two year old seedlings were planted in rows into tilled soil. The results showed that the artificial stands represented by the following coniferous introduced species had the best silvicultural effect (Ia site quality index): Polish larch, Japanese larch, Siberian larch and Japanese red pine. White spruce and Siberian pine grafted on common spruce showed very poor results. Both introduced species showed high mortality rate that made up 56.7% and 80.0% respectively within the recent 13 year long period, i.e. from the last inventory. Com-