

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОФУНГИЦИДНЫХ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ РАСТЕНИЙ

EFFECTIVENESS OF BIOFUNGICIDAL BACTERIAL PREPARATIONS FOR PLANTS

I. Kovalyova
N. Ivancova

Summary: The article presents an experimental study, during which a study was conducted on the effect of biofungicidal drugs on plant micromycetes. As a result of our experience *in vitro*, the biological effectiveness of biofungicides was established: «Alirin-B», «Sporobacterin», «Phytopsporin-M», «Phytopsporin-K», «Garden Rescuer» on plant micromycetes. The data obtained showed that *Fusarium sp.* showed the greatest sensitivity to all tested drugs. Preparations «Sporobacterin», «Phytopsporin-K», «Garden Rescuer» showed complete (100 %) suppression of mycelium growth of this fungus. Also, high sensitivity was detected in *Penicillium expansum*. The drugs «Alirin-B», «Phytopsporin-M», «Garden Rescuer» inhibited the growth of mycelium by 100%. *Mucor racemosus* was affected only by «Phytopsporin-K», inhibited growth by 100 %. For *Aspergillus sp.*, the only effective (100 %) drug is «Sporobacterin». It was revealed that the greatest suppression of growth is provided by drugs: «Sporobacterin», «Phytopsporin-K». The study of the properties of safer drugs using laboratory methods using axenic cultures of micromycetes remains relevant in determining the effectiveness of biofungicides. The obtained data can be applied in the field of phytopathology, biotechnology and agriculture.

Keywords: biofungicidal preparations, micromycetes, epiphytic microflora.

Введение

Интенсивное применение разнообразных агрохимикатов для борьбы с патогенной микрофлорой влечет за собой экологическое загрязнение почв и, как следствие влияет на количество и разнообразие растительного покрова и почвенных микроорганизмов, так как имеют в своем составе различные химические соединения или элементы, такие как: соли металлов, кислоты, сера и т.д. Основное достоинство биофунгицидов, отличающихся особым качеством и количественным составом ряда микроорганизмов, заключается в низкой токсичности, которую они демонстрируют при весьма высокой эффективности. Опрыскивание растений эпифитной микрофлорой, позволяет увеличить антагонистическое действие эпифитов к фитопатогенным микроорганизмам.

Ковалева Ирина Аркадьевна
кандидат биологических наук, доцент,
Северо-Кавказский федеральный университет,
г. Ставрополь
kovalevairina3006@gmail.com
Иванцова Нина Владимировна
Северо-Кавказский федеральный университет,
г. Ставрополь
Ninalvko57@gmail.com

Аннотация. В статье представлено экспериментальное исследование, в ходе которого, проведено исследование по влиянию препаратов биофунгицидного действия на микромицеты растений. В результате проведенного нами опыта в условиях *in vitro*, установлена биологическая эффективность биофунгицидов: «Алирин-Б», «Споробактерин», «Фитоспорин-М», «Фитоспорин-К», «Садовый спасатель» на микромицеты растений. Полученные данные показали, что наибольшую чувствительность ко всем тестируемым препаратам проявил *Fusarium sp.* Препараты «Споробактерин», «Фитоспорин-К», «Садовый спасатель» проявили полное (100 %) подавление роста мицелия этого гриба. Также высокая чувствительность выявлена у *Penicillium expansum*. Препараты «Алирин-Б», «Фитоспорин-М», «Садовый спасатель» ингибировали рост мицелия на 100 %. На *Mucor racemosus* оказал влияние только «Фитоспорин-К», ингибировал рост на 100 %. Для *Aspergillus sp.*, единственным эффективным (100 %) препаратом является «Споробактерин». Выявлено что, наибольшее подавление роста оказывают препараты: «Споробактерин», «Фитоспорин-К». Изучение свойств более безопасных препаратов с помощью лабораторных методов с использованием аксеничных культур микромицетов остается актуальным в определении эффективности биофунгицидов. Полученные данные можно применять в области фитопатологии, биотехнологии и сельском хозяйстве.

Ключевые слова: биофунгицидные препараты, микромицеты, эпифитная микрофлора.

Цель исследований — влияние препаратов биофунгицидного действия на ростовые свойства микромицетов растений.

Исследования проводились в 2021–2022 гг. в лаборатории базовой кафедры микробиологии ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет».

Объектами исследования послужили эпифитные микромицеты: *Mucor racemosus*; *Penicillium expansum*, *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, выделенные с поверхности филлоплана растений (яблоня, груша, слива).

Идентификацию микромицетов проводили по общепринятым методикам и опираясь на следующие источники [2, 4, 9].

Приведённые результаты являются первым сообщением о чувствительности микромицетов: *Mucor racemosus*, *Penicillium expansum*, *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, к некоторым коммерческим антифунгальным препаратам: «Алирин-Б», «Споробактерин», «Фитоспорин-М», «Фитоспорин-К», «Садовый спасатель» и указывают на высокую видоспецифичность эффективности различных биологических фунгицидов в отношении этих микромицетов.

В настоящее время разработано достаточно препаратов для борьбы с микозами. Необходимо отметить, что они бывают разного происхождения, состава, цели и действия. С одной стороны, разнообразие фунгицидов дает выбор в борьбе с заболеванием, с другой встает вопрос об эффективности и безопасности препаратов.

Повышение пестицидной нагрузки на агроценоз, приводит к разбалансировке всего комплекса биологических, химических и физиологических процессов, как в растениях, так и в почве [1].

Кроме того, не всегда можно оценить эффективность ингибирования химпрепарата по отношению к конкретному виду микромицета, так как многие патогены способны приобретать резистентность к фунгициду становясь не эффективными в отличие от биофунгицидов, которые не вызывают устойчивость к микромицетам [6].

По этой причине возникает необходимость изучения эффективности препаратов в отношении отдельных видов с помощью лабораторных методов с использованием аксеничных культур грибов [7].

На сегодняшний день наиболее безопасными становятся препараты биофунгицидного действия, так как они отличаются особым качеством, видовым составом и количественными показателями ряда микроорганизмов, которые являются антагонистами фитопатогенных бактерий и гнилостных грибов, тем самым, предохраняя растения от заболеваний, оказывая антимикробное и ростостимулирующее действие [3].

Биологические фунгициды имеют очень широкий диапазон действия, что позволяет защитить растения от огромного количества болезней: заплесневения семян, корневой гнили, мучнистой росы, бурой росы, фитофторы, альтернариоза, фузариоза, фомоза, коккомикоза, бактериозов и разного рода пятнистостей и гнилей. Оказывают положительный эффект на укоренение, развитие, цветение, завязывание плодов у растения. Улучшают фосфорное питание культуры, активизируют деятельность почвенной микрофлоры. Биопрепараты, будучи производными синтеза белковых кристаллов и спор, обладают избирательной токсичностью (селективностью) [4]. Такое качество препарата означает со-

хранение эпифитных микроорганизмов, развивающихся на поверхности различных органов растений. Эпифитная микрофлора служит первичным барьером для защиты растений от попадающих из окружающей среды сапрофитных, условно-патогенных и патогенных микроорганизмов, что делает перспективным и актуальным исследование по данной проблеме [8].

Нами не найдены сообщения об оценке эффективности биофунгицидов в условиях *in vitro* на таких представителях микозов: *Mucor racemosus*, *Penicillium expansum*, *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, вызывающих плесневение, гниль различных органов растений и сочных тканей плодов и овощей. Однако в литературе представлены результаты чувствительности возбудителя парши (возбудитель *Venturia inaequalis* Aderh. в сумчатой и *Fusicladium dendriticum* Fuck. в конидиальной стадиях по отношению к некоторым биологическим препаратам. В полевых и производственных опытах изучали агат-25К ТПС (на основе бактерии *Pseudomonas aureofaciens* H16), планриз, Ж *Pseudomonas fluorescens*). Оценка эффективности препаратов и их последствие на культуру проводили на модельных деревьях (по 10 в каждом опыте) путем изучения интенсивности проявления заболевания на листьях, плодах и учета урожая по стандартным методикам. Механизм защитного действия биофунгицидов заключается в фунгистатическом эффекте в результате как фунгицидного их действия, так и активизации природных антагонистов фитопатогенов и изменения физиологического состояния растений, обуславливающих иммунный статус яблони. Биофунгициды агат-25К, планриз Ж оказывают фунгистатические, иммуномодулирующие и ростостимулирующие эффекты только в определенной дозировке, превышение которой существенно снижает их положительное действие на растения [5].

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в 2021–2022 гг. в лаборатории базовой кафедры микробиологии ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет». Объектами исследования послужили эпифитные микромицеты: класса зигомицеты (*Zygomycetes*) — *Mucor racemosus*; класса аскомицеты (*Ascomycetes*) — *Penicillium expansum*, *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, выделенные с поверхности и корней растений. Предмет исследования — эффективность действия коммерческих биофунгицидов на ростовые свойства эпифитных микромицетов.

Выделение фитопатогенных микромицетов проводили, используя метод реплик филлоплана модельных растений на плотную питательную среду (ПС) Сабуро. Сущность метода заключается в том, чтобы перенести с листовой пластины на плотную ПС эпифитную микрофлору растения. И на заранее приготовленную ПС Сабуро методом отпечатка листовой пластинки с двух сторон

осуществлялся посев. Подписанные засеянные чашки, перевернув их вверх дном, инкубировали в термостате 7 суток, при $t = 30^{\circ}\text{C}$.

В работе изучено действие следующих биологических фунгицидов:

- «Алирин-Б» (1 табл./5 л воды/м²), действующее вещество (ДВ) — *Bacillus subtilis*, штамм В-10 ВИЗР титр не менее 10^9 КОЕ/мл;
- «Споробактерин» (5г/5л), ДВ — споры *Trichoderma viride*, штамм 4097 — титр не менее 10^8 КОЕ/г и *Bacillus subtilis* — титр не менее 10^8 КОЕ/г;
- «Фитоспорин-М» (50 г/100мл), ДВ — бактерии *Bacillus subtilis*, штамм 26Д, титр живых спор и клеток не менее — 2 млрд КОЕ/г;
- «Фитоспорин-К» (50 г/100мл), ДВ — *Bacillus subtilis* 26Д, титр живых спор и клеток не менее 100 млн/г, гуматы Гуми;
- «Садовый спасатель» (10г/10л) ДВ — *Lactobacillus parafarraginis* штамм Lp18;
- контроль — не обработанные препаратом микромицеты.

Растворы биофунгицидов готовили из расчета концентраций, рекомендуемых производителем, таким образом: на 100 мл стерильной воды добавляли: 15 мкл «Алирин-Б»; 50 мкл «Споробактерин»; 200 мкл «Фитоспорин-М»; 200 мкл «Фитоспорин-К»; 100 мкл «Садовый спасатель». Водные растворы препаратов готовили в день эксперимента. В каждую чашку Петри с агаризованной ПС Сабуро наносили по несколько капель

водного раствора препарата и равномерно распределяли стерильным стеклянным шпателем Дригальского по поверхности ПС. Посев изолятов данных микромицетов производили бактериологической петлей в центр чашки Петри в трехкратной повторности. Полученные посевы ставили в термостат на 7 суток при температуре 30°C . Критерием оценки биологической эффективности (БЭ) препаратов служил мицелиальный рост, анализ которого проводили визуально по уменьшению роста или его отсутствию грибных изолятов на чашках исследуемой культурой агента по сравнению с контролем [4].

Результаты и обсуждение

Все изученные биофунгициды в разной степени вызывали ингибирование роста мицелия анализируемых микромицетов (рис. 1).

Наибольшую чувствительность ко всем тестируемым препаратам проявил *Fusarium sp.* Препараты «Споробактерин», «Фитоспорин-К», «Садовый спасатель» проявили полное (100 %) подавление роста мицелия этого гриба. Под действием препаратов «Фитоспорин-М» и «Алирин-Б» выявлялся рост *Fusarium sp.*

Также высокая чувствительность выявлена у *P. expansum*. Препараты «Алирин-Б», «Фитоспорин-М», «Садовый спасатель» ингибировали рост мицелия на 100 %. Препараты «Споробактерин», «Фитоспорин-К» не оказали 100 % эффективности.

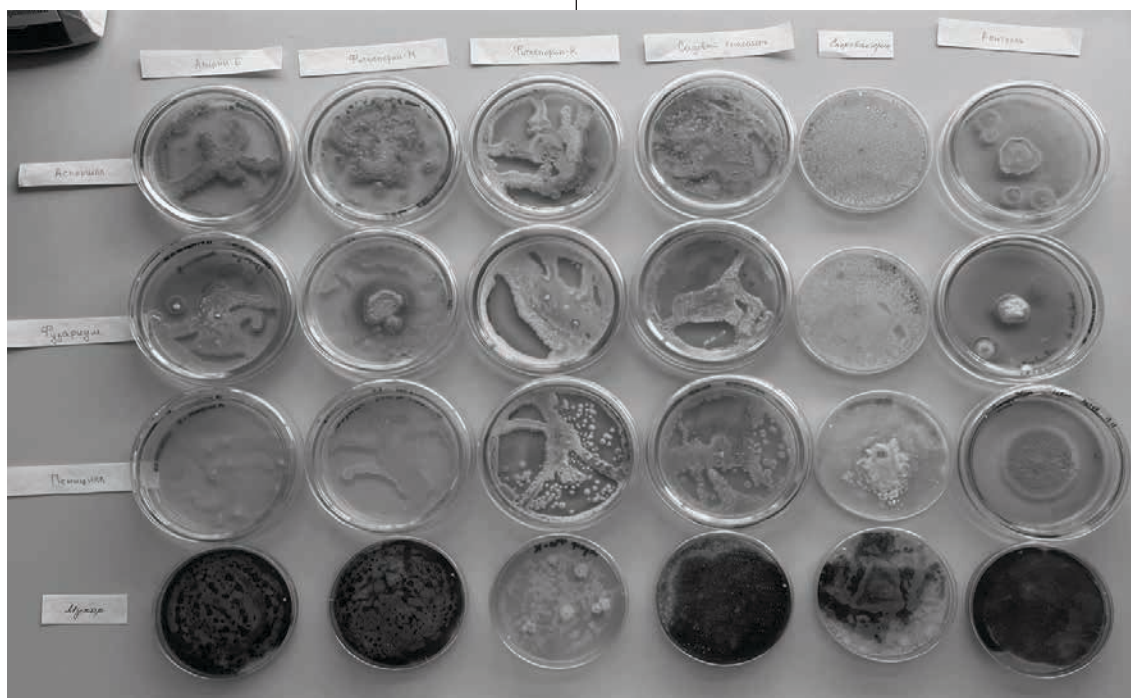


Рис. 1. Влияние биофунгицидов на ростовые свойства микромицетов: *Mucor racemosus*, *Penicillium expansum*, *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.* на ПС Сабуро

Для микромицетов *Mucor racemosus*, *Aspergillus sp.* выявлено почти полное отсутствие чувствительности к препаратам «Алирин-Б», «Фитоспорин-М», «Садовый спасатель». Только «Фитоспорин-К», ингибировал рост *M. racemosus* на 100 %. Для *Aspergillus sp.*, единственным эффективным (100 %) препаратом является «Споробактерин».

Из полученных данных, можно судить о биологической эффективности отдельных препаратов. Так, наибольшее подавление роста оказывают препараты: «Споробактерин», «Фитоспорин-К». Полученные результаты, отражающие рост или его отсутствие, указывают на высокую видоспецифичность действия биофунгицидов по отношению к исследуемым культурам микромицетов.

Таким образом, в результате проделанной работы было выделено 10 штаммов микроорганизмов с зараженных частей растений и ризосферы. На принципах изучения основных морфологических и культуральных свойств из 10 штаммов, нами были идентифицированы микромицеты: 2 штамма рода *Mucor sp.*; 2 штамма

рода *Penicillium sp.*, 3 штамма *Fusarium sp.*, 3 штаммов *Aspergillus sp.* Экспериментально установлена биологическая эффективность биофунгицидов: «Алирин-Б», «Споробактерин», «Фитоспорин-М», «Фитоспорин-К», «Садовый спасатель» на микромицеты растений. Полученные данные показали, что наибольшую чувствительность ко всем тестируемым препаратам проявил *Fusarium sp.* Препараты «Споробактерин», «Фитоспорин-К», «Садовый спасатель» проявили полное (100 %) подавление роста мицелия этого гриба. Также высокая чувствительность выявлена у *P. expansum*. Препараты «Алирин-Б», «Фитоспорин-М», «Садовый спасатель» ингибировали рост мицелия на 100 %. На *M. racemosus* оказал влияние только «Фитоспорин-К», ингибировал рост на 100 %. Для *Aspergillus sp.*, единственным эффективным (100 %) препаратом является «Споробактерин». Выявлено что, наибольшее подавление роста оказывают препараты: «Споробактерин», «Фитоспорин-К». Полученные результаты, указывают на высокую видоспецифичность действия биофунгицидов по отношению к исследуемым культурам микромицетов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арифова З.И. Влияние микробиологических препаратов на морфоструктуру, урожайность и качество ягод малины // Таврический вестник аграрной науки. 2019. Вып. 1 (17). — С. 6–12.
2. Гарибова Л.В., Лекомцева С.Н. Основы микологии. Морфология и систематика грибов и грибоподобных микроорганизмов. М.: Т-во научных изданий КМК, 2005. — 220 с.
3. Минаева О.М., Акимова Е.Е., Евдокимов Е.В. Кинетические аспекты ингибирования роста фитопатогенных грибов ризосферными бактериями // Прикладная биохимия и микробиология. 2008. Т. 44. N 5. С. 565–570.
4. Минаева О.М., Акимова Е.Е., Зюбанова Т.И., Терещенко Н.Н. М61 Биопрепараты для защиты растений: оценка качества и эффективности: учеб. пособие. — Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2018. С. 12–34.
5. Рябчинская Т.А., Харченко Г.Л. Биофунгициды и регуляторы роста растений в защите яблони от парши // Вестник защиты растений. № 2. 2003. — С. 38–46.
6. Чекмарев В.В. Методика определения биологической эффективности фунгицидов в отношении грибов рода *Fusarium* и их резистентности к химическим препаратам. Тамбов: Принт-Сервис, 2015. — 61 с.
7. Чекмарев В.В., Дубровская Н.Н., Корабельская О.И., Бучнева Г.Н. Биологическая оценка фунгицидов in vitro // Зерновое хозяйство России. 2017. № 5 (53). С. 65–68.
8. Штерншис М.В., Андреева И.В., Томилова О.Г. Биологическая защита растений: учеб. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: Лань, 2018. — 332 с.
9. Благовещенская Е.Ю. Фитопатогенные микромицеты. Учебный определитель / Е.Ю. Благовещенская. — М.: ЛЕНАНД, 2015. — 240 с.

© Ковалева Ирина Аркадьевна (kovalevairina3006@gmail.com); Иванцова Нина Владимировна (Ninalvko57@gmail.com)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»