



Попов Ф. А., кандидат сельскохозяйственных наук
Белорусский НИИ защиты растений

УДК 635.1/7:[632.35+632.937]

Экологические основы биологического контроля фитопатогенов в защите растений от болезней

В статье изложены экологические основы биологического контроля фитопатогенов сельскохозяйственных культур, показаны принципы использования микроорганизмов-антагонистов для разработки на их основе биологических препаратов против болезней растений. Дана биологическая характеристика микробных препаратов и их практическое применение в биозащите. Отражены теоретические предпосылки экологизации защиты растений от болезней и научные достижения в области биометода.

Концепция экологизированной защиты растений основывается на интегрированной системе и предусматривает регуляцию компонентов агроценоза путем воздействия на них определенными методами таким образом, чтобы создать на посевах сельскохозяйственных культур фитосанитарную ситуацию, не допускающую размножения вредных организмов выше порога вредоносности. Для достижения этой цели разрабатываются и применяются разные пути воздействия на агроценоз. Прежде всего это совершенствование агро-техники, способствующей сохранению существующих

The article deals with the ecological basis of the biological control over the crops' phytopathogenes. It points out the principles of utilising the antagonist micro organisms for developing biological preparation against plants' diseases based on such organisms. A biological characteristic of the microbe preparations and the characteristic of their appliance in biological defence have been proposed.

The article also deals with theoretical prerequisites for ecologisation of plant protection and with scientific achievements in biological methods.

механизмов биологического равновесия и регуляции биопроцессов в агроценозе, а также введение в него устойчивых к болезням сортов и их влияние, как средообразующего фактора, на формирование вредных и полезных организмов, на популяционную динамику наиболее значимых видов фитопатогенов и т.д. (14, 15, 17, 19).

Повышение эффективности естественной регуляции агроценозов, использование экологически безопасных средств защиты растений и беспестицидных технологий очень важно в зонах с особой экологической ситуацией (курортные, водоохранные, рекреационные и др.).

В современном растениеводстве с экологической точки зрения наиболее перспективной является биологическая защита и она должна рассматриваться как неотъемлемая часть интегрированной системы защиты растений, а в ряде случаев как единственное средство контроля фитопатогенов. В основе биологического метода защиты растений лежат природные естественные явления сверхпаразитизма и антибиоза, регулирующие взаимоотношения между сапрофитной, паразитной и патогенной микробиотой. Наиболее значительна роль антибиоза в ризоплане растений, поэтому при осуществлении биологического контроля наиболее практический интерес представляют микроорганизмы-антагонисты, в особенности продуцирующие антибиотики. Следовательно, одним из перспективных направлений в биозащите растений от микозов, бактериозов, вирусозов, фитонематод является разработка технологий получения и применения биопрепаратов на основе микроорганизмов-антагонистов (1, 2).

В настоящее время осуществляется поиск высокоэффективных биоагентов среди почвенных бактерий-антагонистов и создание на их основе биопрепаратов. Наиболее активными среди почвенных бактерий оказались флуоресцирующие псевдомонады (ФП), выделенные, главным образом, из супрессивных почв. ФП и сидерофорные препараты (псевдобактин, агробактин, ризоплан и др.) успешно применяются для защиты от корневых гнилей и листовых инфекций пшеницы, хлопчатника, табака, картофеля, капусты, огурца, сои и других сельскохозяйственных культур (6, 18).

Среди почвообитающих грибов-антагонистов широкое распространение в практике получили грибы из рода триходерма, продуцирующие антибиотики: гликотоксин, виридин, соцукаллин, аламедин и др. На их основе получен биопрепарат триходермин, используемый для защиты от корневых гнилей и листовых пятнистостей у ячменя ярового, овса, а также против микромицетов на озимой пшенице и ржи. Препарат широко применяется против корневых гнилей овощных культур в защищенном грунте. Его используют путем обработки семян, внесения в торфоперегнойные горшочки или лунки при высадке рассады огурца, томатов, капусты, перца, зеленных и цветочных культур. Биологическая эффективность препарата в производственных условиях на овощных культурах составляет 76–98% (4).

В настоящее время в странах СНГ в практике защиты растений используются препараты на основе антибиотиков:

рубомидин стимулирует прорастание семян огурца и озимой пшеницы,

нифимицин для обработки семян тыквенных и зерновых,

трихотексин для обработки овощных культур против мучнистой росы, плодовых против парши яблони,

фитолавин-100 применяют для предпосевного опудривания семян пшеницы, ячменя, томатов, сои, фасоли, капусты против корневых гнилей и бактериозов.

Ведутся успешные исследования против микозов сельскохозяйственных растений при использовании микровирусов и бактериофагов. Метод вирусной вакцинации растений дает хорошие результаты, но широко применения не получил из-за высокой стоимости и трудностей применения (17, 18).

В Беларуси на основе бактериофагов создан био-препарат пентафаг против *Pseudomonas syringae* и *Ps. syringae* pv. *lachrymans*. В Китае, Японии широко ведутся исследования бактериофагов для борьбы с бактериозом риса (3).

Для биозащиты практический интерес представляет перекрестная защита в результате обработки растений ослабленными или авирулентными штаммами фитопатогенов. Наиболее обнадеживающие результаты получены при иммунизации посадочного материала яблони и груши штаммом *Agrobacterium radiobacter* (био-препарат агроцин-84) против рака корней. Препарат обладает исключительно профилактическим, но не лечебным действием. В защищенном грунте для защиты томатов от стрика, некрозов плодов используют слабопатогенный вирус табачной мозаики (ВТМ). Однако природа факторов и механизм повышения устойчивости растений в ответ на действие биоагента пока малоизучены и в большинстве случаев получаются неопределенные или плохо воспроизводимые результаты (9, 18).

В последние годы для биологического контроля болезней стали широко использовать бактерии рода *Bacillus* sp. На основе *Bacillus subtilis* создан био-препарат бактофит, обладающий широким спектром действия для защиты растений от грибных и бактериальных болезней (мучнистая роса, корневые гнили, бактериозы, парша). Среди бактерий рода *Bacillus* sp. известно немало штаммов, ингибирующих рост многих фитопатогенных грибов *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora ultimum* (корневые гнили), *Sclerotinia sclerotiorum*, вызывающих ризоктониоз, корневые гнили, склеротиниоз, антракноз и фузариоз.

Последнее время круг грибов-антагонистов, используемых для борьбы с корневыми патогенами, значительно расширился. Показана возможность применения некоторых видов микроорганизмов из рода *Gliocladium* sp. против питиума, ризоктониоза, корневая свеклы. Многие антагонисты и микопаразиты разрушают склероции таких почвенных фитопатогенных грибов, как *Sclerotinia sclerotiorum*, *S. minor*, *Rhizoctonia solani*, борьба с которыми крайне затруднена (5).

В Белорусском НИИ защиты растений совместно с Институтом экспериментальной ботаники НАНБ и Медико-биотехнологическим институтом концерна "Белбиофарм" с 1993 г. ведется разработка технологии получения и применения высокоактивных биологических средств защиты овощных культур и картофеля от болезней. С этой целью в лаборатории низших растений ИЭБ НАНБ проведен скрининг микроорганизмов-антагонистов фитопатогенных грибов и бактерий. Тщательный отбор позволил выделить высокоактивный штамм *Bacillus mycooides* 683, который обладает комп-

лексным действием на широкий спектр грибов и бактерий, патогенных для картофеля и овощных культур. На основе выделенного штамма-продуцента наработан опытный образец биопрепарата и проведены исследования по определению его антибиотического действия *in vitro* и *in vivo* на возбудителей болезней картофеля и капусты. При тестировании *V. mucoides* 683 установлено, что антагонист подавляет рост *Xantomonas campestris* pv *campestris* на 60–65%, *Erwinia caratovora* – на 60–70, *Erwinia aroideae* – на 70–72, *Erwinia carotovora* var *atroseptica* – на 73–74, *Alternaria brassica* – на 73, *Phoma lingam* – на 68, *Botrytis cinerea* – на 75% (8, 11, 13).

В полевых опытах биопрепарат также показал хорошие результаты. Например, предпосевное намачивание семян капусты в суспензии препарата 0,1% (10^8 бак. кл./мл) снижало пораженность рассады черной ножкой в 1,5 раза, фомозом – в 2,4 раза, а выход здоровой рассады с 1 м² составил 124%. Обработка корневой системы рассады биопрепаратом увеличивала урожайность и величину кочанов капусты. Диаметр кочанов опытных растений составлял 18–19 см, в контроле – 16,1 см, урожай соответственно 358–401 и 313 г/га (12, 13).

Во Всероссийском НИИ сельскохозяйственной микробиологии (Санкт-Петербург) создан коллекционный фонд чистых культур микроорганизмов, способный в определенной степени обеспечить получение микробных препаратов для защиты растений от вредителей и болезней, и разработаны биосредства, хорошо зарекомендовавшие себя на практике в различных регионах (7).

Широкомасштабные исследования по отбору высокоактивных штаммов микробов-антагонистов, перспективных для создания биопрепаратов против болезней сельскохозяйственных культур, ведутся во Всероссийском НИИ защиты растений (ВНИИЗР). Здесь сформирована коллекция из 80 штаммов, обладающих высокой антагонистической активностью в отношении фитопатогенных грибов и бактерий. На основе штаммов-продуцентов получены биопрепараты аларин-с, аларин-в и хризомал – против микозов, гамаир – против бактериозов растений. Кроме этой работы, в ВНИИЗР ведутся исследования по разработке биопрепаратов растительного происхождения. Установлено, что антибактериальной активностью обладают экстракты лабазника вязолистного, пижмы обыкновенной, амброзии полынолистной, коровяка черного; антигрибной активностью – экстракты лабазника вязолистного, коровяка черного и гречишкы сахалинской (10, 16).

Довольно новое направление в развитии биологического контроля – разработка методов борьбы с фитопатогенными организмами при хранении. Известны случаи защиты плодов с помощью культур *Trichoderma lignorum*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas putida* и др. Предполагают, что перспективными для этих целей могут быть грибы и бактерии с низким температурным оптимумом. Значительно меньше исследованы возможности применения антагонистов и микопаразитов для за-

щиты от болезней наземных органов растений. Здесь преимущество за антибиотиками, хотя в филлоплане растений обнаружены многочисленные антагонисты, нередко влияющие на ход инфекционного процесса.

В целях дальнейшего прогресса биологического метода защиты растений от болезней необходимо расширить и более интенсивно использовать современные биотехнологические приемы, обеспечивающие массовое производство антагонистов и продуктов их жизнедеятельности. Большие надежды на будущее биологического метода защиты растений возлагаются на генную инженеррию, с помощью которой можно получать мутанты антагонистов, устойчивые к отдельным группам фунгицидов (5).

Одним из важнейших условий повышения эффективности биологической защиты является разработка вопросов экологической теории применительно к биоагентам и механизмам их взаимодействий к другим сторонам жизнедеятельности микроорганизмов-антагонистов. Тщательный их подбор с высокой конкурентоспособностью и биологической активностью, а также способностью развиваться в широком диапазоне условий среды позволит повысить эффективность биологического метода защиты и расширить сферу его применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко Н. В. Биологическая защита, 2-ое изд. – М., 1986. – 278 с.
2. Голышин Н. М. Фунгициды в сельском хозяйстве. – М., 1982. – 271 с.
3. Григорьевич Л. И. Обоснование интегрированной защиты от болезней семечковых культур, возделываемых по интенсивной технологии в условиях Беларуси: Автореф. доктора сельскохозяйственных наук. 1995. – 53 с.
4. Гринько Н. Н. Применение триходермина в овощеводстве защищенного грунта. – Мн.: БелНИИТИ, Мн. 1992. – 50 с.
5. Всликанов Л. Л., Сидорова И. И. Экологические проблемы защиты растений от болезней // Итоги науки и техники: Т. 6. – М., 1988. – С. 45–108.
6. Ермолаева Н. И., Иванова Н. М., Сварцова Н. П. и др. Биопрепараты на основе ризосферных псевдомонад // Защита растений. – 1992. – № 8. – С. 34.
7. Кандыбин Н. В., Смирнов О. В. Проблемы микробиометода на современном этапе // Защита растений в условиях реформирования АПК – экономика, эффективность, экологичность: Тез. докл. – С-Петербург, 1995. С.319.
8. Кочетков В. В., Оследкин Ю. С. Возможности использования коллекции чистых культур грибов в сфере защиты растений // Защита растений в условиях реформирования АПК – экономика, эффективность, экологичность: Тез. докл. – С-Петербург, 1995. – С. 328–329.
9. Кравцов А. А., Голышин Н. М. Химические и биологические средства защиты растений: Справочник. – М., 1989. – 176 с.
10. Новикова И. И., Байкова И. В., Матевосян Т. М. Биопрепараты на основе антагонистов возбудителей болезней растений как стимуляторы роста // Защита ра-

стений в условиях реформирования АПК – экономика, эффективность, экологичность: Тез докл. – С.-Петербург, 1995. – С. 350.

11. Новікава Л. М., Папоў Ф. А., Бельская С. І., Шабашова Т. Г. Магчымасці выкарыстання штама бактэрыяў *Bacillus mycoides* 683 для аховы бульбы і капусы ад хваробаў // Весці ААН Беларусі. – 1994. – № 1. С. 89–92.

12. Попов Ф. А., Новикова Л. М., Шабашова Т. Г., Бельская С. И. Изучение эффективности *Bacillus mycoides* 683 в борьбе с бактериозами картофеля и овощных культур // Бактериальные болезни картофеля и овощных культур и методы борьбы с ними. – М. 1994. – С. 124.

13. Попов Ф. А., Бельская С. И., Шабашова Т. Г. *Bacillus mycoides* 683 – перспективный агент биологического контроля на овощных культурах и картофеле // Защита растений в условиях реформирования АПК – экономика, эффективность, экологичность: Тез докл. – С.-Петербург: 1995. – с. 359.

14. Попов Ф. А. Биологическая защита овощных культур от болезней. – Мн. 1990. – 39 с.

15. Протасов Н. И. Агробиоэкологические основы применения фунгицидов в интенсивном земледелии. – Мн., 1992. – 184 с.

16. Сергеева М. Е., Конохов В. П., Герменская Т. Д., Новикова И. И. Антибактериальная и антигрибная активность веществ растительного происхождения // Защита растений в условиях реформирования АПК – экономика, эффективность, экологичность: Тез. докл. – С.-Петербург. 1995. – С. 350.

17. Соколов М. С., Монастырский О. В., Пикушова Э. И. Основное содержание экологии, агроэкологии и экологизированной защиты растений // Экологизация защиты растений. – Пушино, 1996. – С. 24–33.

18. Соколов М. С., Монастырский О. В., Пикушова Э. И. Экологически безопасные препараты для борьбы с возбудителями грибных и бактериальных болезней растений // Экологизация защиты растений. – Пушино, 1994. – С. 248–272.

19. Соколов М. С. Состояние, проблемы и перспективы применения экологически безопасных пестицидов в растениеводстве // Агрехимия. – 1990. – № 10. – С. 124.