

УДК 632.937:632.482

ПОВЫШЕНИЕ СУПРЕССИВНОСТИ ПОЧВЫ К ВОЗБУДИТЕЛЯМ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ

Постовалов Алексей Александрович, канд. с.-х. наук, доцент, ведущий научный сотрудник ГНУ Челябинский НИИСХ Россельхозакадемии.

456404, Челябинская область, Чебаркульский район, п. Тимирязевский, ул. Чайковского, 14.

E-mail: p_alex79@mail.ru

Ключевые слова: корневая, гниль, супрессивность, ячмень, горох, урожайность.

Цель исследований – повысить супрессивность почвы к фитопатогенам и устойчивость растений к корневой гнили путем предпосевного обеззараживания семян ячменя и гороха фитоспорином. Для решения поставленной цели проводилась закладка полевых и лабораторных опытов. Изучена микробиологическая активность в ризосфере ячменя и гороха, оценено влияние предпосевной обработки семян фитоспорином на поражаемость растений корневой гнилью. Посевной материал – яровой ячмень сорт Прерия, горох – Аксайский усатый. В лабораторных условиях установлено, что введение в питательную среду фитоспорина в концентрациях от 0,1 до 4,0% угнетает рост патогенных грибов. Ингибирование достигает высоких показателей при концентрации препарата в среде 4%, угнетение роста мицелия *Bipolaris sorokiniana* составляет 68,4%, а *Fusarium oxysporum* – 75,4%. При обработке семян гороха и ячменя фитоспорином в ризосфере растений отмечалось повышение супрессивности почвы к возбудителям корневой гнили. Об этом свидетельствует увеличение эмиссии CO₂ из почвы до 58,3-65,4 мкг/ч, в ризосфере ячменя повышается численность микроорганизмов, участвующих в круговороте азота в 2,2-3,5 раза, в ризосфере гороха количество олигонитрофильных и азотфиксирующих микроорганизмов достигает 0,55 млн./г почвы, а клубеньковых бактерий – 38 шт./растение. Предпосевная обработка семян снижает развитие болезни на яровом ячмене в 1,8 раза, а на горохе – в 1,4 раза, биологическая эффективность составляет 45,1 и 27,1%. Использование фитоспорина обеспечивает достоверную прибавку урожайности. Так урожайность ярового ячменя в среднем увеличилась на 37%, гороха – на 17%.

Корневая гниль – одно из широко распространенных заболеваний сельскохозяйственных культур. Возбудителями корневой гнили, в большинстве случаев, являются для зерновых культур несовершенные стадии грибов *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker и различные виды *Fusarium* Link, для зернобобовых культур – виды *Fusarium* Link. Среди видов рода *Fusarium* к наиболее распространенным и вредоносным относится *Fusarium oxysporum* Schlecht. Фитопатогены могут длительное время (до 5 лет) сохраняться в почве и на растительных остатках в виде конидий и видоизменений мицелия. Важным фактором ограничения численности и активности патогена в почве является ее супрессивность, которая напрямую зависит от численности и активности обитающих в ней микроорганизмов. При этом имеется возможность регулирования супрессивности почвы путем обогащения ризосферы растений различными антагонистами.

Одним из биотических факторов повышения супрессивности почвы является применение биологических препаратов для предпосевной обработки семян растений. В связи с этим особый интерес представляют ризосферные бактерии, являющиеся продуцентами биологически активных веществ. Интродукция в почву биологических агентов связана с их приживаемостью в ризосфере и ризоплане растений. Они вытесняют из почвы преобладающих аборигенных микроорганизмов. Установлено, что применение препаратов на основе бактерий родов *Bacillus* и *Pseudomonas* в дальнейшем, после применения, препятствует проникновению патогенов в растения и тем самым защищает их от комплекса болезней в течение всего вегетационного периода [3, 6]. Одним из таких биологических препаратов является фитоспорин на основе эндофитной бактерии *Bacillus subtilis* штамм 26Д.

Цель исследований – повысить супрессивность почвы к фитопатогенам и устойчивость растений к корневой гнили путем предпосевного обеззараживания семян ячменя и гороха фитоспорином.

Задачи исследований:

- 1) определить активность микроорганизмов в ризосфере растений ячменя и гороха;
- 2) оценить влияние предпосевной обработки семян фитоспорином на поражаемость растений корневой гнилью.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в 2003-2009 гг., почва опытного участка – чернозем выщелоченный маломощный малогумусный среднесуглинистый. Для исследований были взяты семена ярового ячменя сорта Прерия, гороха Аксайский усатый. Семена обрабатывались методом предпосевного обеззараживания с увлажнением, с нормой расхода фитоспорина: для ячменя – 0,5 кг/т, для гороха – 0,8 кг/т семян, в контроле семена обрабатывали водой. Расход воды – 10 л/т семян.

Годы исследований характеризовались разнообразными погодными условиями: 2004 г. отнесен автором к остро засушливому году с ГТК 0,6 (сумма осадков периода вегетации составила 137 мм), в остальные годы ГТК изменялся в пределах от 0,8 до 1,0 (за период вегетации осадков выпало от 66 до 108% к норме). Гидротермические условия в период проведения опытов, хотя и характеризовались определенными особенностями, в целом были благоприятными для возделывания сельскохозяйственных культур.

Для изучения антигрибной активности фитоспорина против возбудителей корневой гнили в лабораторных опытах пользовались методом агаровых блоков. Препарат в различных концентрациях (0,1; 1,0; 2,0; 3,0 и 4,0%) вносили в расплавленную среду Чапека, охлажденную до 40°C и разливали в чашки Петри. На поверхность застывшего агара помещали блоки, вырезанные из газона 10-суточной культуры гриба. Контролем служила среда Чапека без добавления биопрепарата. Диаметр колоний грибов измеряли через 3, 7 и 10 суток [1].

Микробиологическую активность почвы определяли по количеству выделяемого углекислого газа. Структуру сапротрофного бактериального комплекса исследовали методом посева почвенной суспензии на стандартные питательные среды: аммонификаторы – на мясо-пептонном агаре (МПА), нитрификаторы – на среде Виноградского, олигонитрофилы и бактерии фиксирующие азот – на среде Эшби, денитрификаторы и целлюлозоразлагающие микроорганизмы – на среде Гетчинсона. Численность микроорганизмов выражали в колониеобразующих единицах – КОЕ на 1 г почвы.

Учет корневой гнили ярового ячменя и гороха проводили по существующим методикам в фазу всходов и перед уборкой [2, 7]. Определяли распространенность и развитие болезни. Результаты, полученные в ходе наблюдений, подвергались дисперсионному анализу.

Результаты исследований. В лабораторных условиях установлено ингибирующее действие фитоспорина на рост мицелия грибов, вызывающих корневую гниль ячменя и гороха. С увеличением концентрации препарата в среде наблюдался наибольший подавляющий эффект роста фитопатогенов (табл. 1).

Таблица 1

Влияние различных концентраций фитоспорина на рост мицелия фитопатогенных грибов (2004-2005 гг.)

Вариант	Диаметр колонии, мм					
	<i>Bipolaris sorokiniana</i>			<i>Fusarium oxysporum</i>		
	3 сутки	7 сутки	10 сутки	3 сутки	7 сутки	10 сутки
Контроль	22,8	48,4	57,3	13,1	33,9	41,1
Фитоспорин 0,1%	20,1	25,5	25,8	11,0	14,1	14,9
Фитоспорин 1,0%	16,8	22,6	22,8	9,4	11,4	12,1
Фитоспорин 2,0%	16,3	20,5	21,1	8,8	10,0	10,1
Фитоспорин 3,0%	16,1	19,9	19,9	8,8	10,1	11,3
Фитоспорин 4,0%	13,0	18,1	18,1	8,4	9,6	10,1
НСР ₀₅	1,8	3,7	3,2	1,1	2,4	4,2

При добавлении к среде фитоспорина в концентрации 4% к 3 суткам опыта диаметр колоний фитопатогенов был в 1,6-1,8 раза меньше по сравнению с контролем. На 7 и 10 суток опыта рост *Bipolaris sorokiniana*

и *Fusarium oxysporum* приостанавливался, диаметр их колоний составлял соответственно 18,1 и 10,1 мм, ингибирующая активность препарата была 68,4 и 75,4%.

Для оценки действия фитоспорина на растения и почвенную микрофлору были заложены лабораторные и полевые опыты. В лабораторных условиях оценивали активность почвенных микроорганизмов по количеству выделившегося CO₂. Максимально углекислый газ выделялся почвой при обработке семян ячменя и гороха фитоспорином в первые сутки опыта соответственно до 65,4 и 58,3 мкг/ч (табл. 2). В последующие сутки скорость эмиссии CO₂ снижалась и к 7 суткам опыта была на уровне контроля.

Таблица 2

Скорость выделения C-CO₂ из почвы, мкг/ч (2004-2005 гг.)

Вариант	Скорость выделения C-CO ₂ , мкг/ч			
	1 сутки	2-3 сутки	4-5 сутки	6-7 сутки
Ризосфера ячменя				
Контроль	55,0	22,7	25,9	19,8
Фитоспорин	65,4	24,7	27,2	18,2
НСР ₀₅	3,9	0,5	0,8	несущ.
Ризосфера гороха				
Контроль	38,1	26,2	27,7	22,2
Фитоспорин	58,3	28,3	26,4	22,6
НСР ₀₅	3,3	1,1	0,8	несущ.

Анализ структуры микробного комплекса почвы показал, что в ризосфере растений ярового ячменя, семена которых были обработаны фитоспорином, происходило увеличение численности всех изучаемых групп микроорганизмов в 2-3 раза (табл. 3). Количество аммонифицирующих бактерий увеличивалось до 4,15 млн. КОЕ/г почвы, а азотфиксирующих – до 3,49 млн. КОЕ/г почвы.

Таблица 3

Численность основных эколого-трофических групп микроорганизмов в ризосфере ячменя и гороха (среднее за вегетацию)

Вариант	Численность микроорганизмов по группам, млн. КОЕ/г почвы			
	аммонификаторы	нитрификаторы	денитрификаторы	азотфиксаторы
ризосфера ячменя				
Контроль	1,21	0,79	0,62	1,60
Фитоспорин	4,15	2,18	2,33	3,49
НСР ₀₅	0,48	0,77	0,27	0,57
ризосфера гороха				
Контроль	5,63	5,38	0,08	0,47
Фитоспорин	4,28	4,92	0,09	0,55
НСР ₀₅	0,63	несущ.	несущ.	0,03

В ризосфере растений гороха число аммонифицирующих бактерий после обработки семян фитоспорином снижалось до 4,28 млн. КОЕ/г почвы. Достоверных отличий в количестве нитрификаторов и денитрификаторов между вариантами выявлено не было. Следует отметить, что при обработке семян гороха фитоспорином в ризосфере растений происходило увеличение олигонитрофильных и азотфиксирующих групп микроорганизмов до 0,55 млн. КОЕ/г почвы или в 1,2 раза больше, чем в контроле. При подсчете количества клубеньков на корнях гороха в фазу бутонизации в контроле их численность составляла 29,2±2,0 шт./растение, а при обработке семян фитоспорином значительно выше – 37,9±2,5 шт./растение.

Увеличение биологической активности в ризосфере растений, обработанных фитоспорином, указывает и на повышение супрессивности почвы. Об этом свидетельствуют не только наблюдения автора, но и имеющиеся данные в научных источниках [4, 5].

Антагонистическое действие фитоспорина на возбудителей корневой гнили ярового ячменя и гороха подтверждено в полевых опытах. Так, распространенность корневой гнили на яровом ячмене при обработке семян фитоспорином в фазу всходов не превышала 15,5%, развитие болезни составляло 7,0% или в 1,7 раза ниже контроля (табл. 4). В фазу созревания ячменя развитие болезни на растениях, семена которых были обработаны фитоспорином, не превышало 20,0%, что существенно ниже по сравнению с контролем.

Аналогичную ситуацию можно проследить и на горохе. В фазу всходов распространенность болезни при обработке семян фитоспорином составляла 59,4%, а индекс развития болезни в 1,2 раза ниже, чем в контроле. В фазу созревания гороха в контрольном варианте болезнью были поражены почти все растения (98,6%), а при обработке семян фитоспорином – существенно ниже, биологическая эффективность фитоспорина составляла 27,1%.

Таблица 4

Влияние предпосевной обработки семян фитоспорином на поражаемость ярового ячменя и гороха корневой гнилью, % (2003-2009 гг.)

Вариант	Фаза всходов		Фаза созревания	
	P*	R*	P	R
яровой ячмень				
Контроль	24,8	11,7	67,7	36,4
Фитоспорин	15,5	7,0	43,8	20,0
НСР ₀₅	5,9	1,6	9,5	3,7
горох				
Контроль	67,8	25,1	98,6	51,3
Фитоспорин	59,4	20,9	88,8	37,4
НСР ₀₅	7,6	2,7	3,9	2,8

Примечание: P* – распространенность болезни, R* – развитие болезни.

Таким образом, препарат фитоспорин на протяжении всего периода вегетации защищал корневую систему растений от поражения корневой гнилью, его биологическая эффективность составляла 27,1-45,1%.

Предпосевная обработка семян фитоспорином обеспечивала достоверную прибавку урожайности, создавая более благоприятные условия для формирования основных элементов структуры урожая. Урожайность ярового ячменя при обработке семян фитоспорином в среднем за два года возрастала до 3,2 т/га или в 1,6 раза выше, чем в контроле (табл. 5).

Таблица 5

Влияние предпосевной обработки семян фитоспорином на урожайность ярового ячменя и гороха, т/га (2003-2009 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га								
	яровой ячмень			горох					
	2003	2004	сред.	2005	2006	2007	2008	2009	сред.
Контроль	2,36	1,67	2,02	1,93	2,60	2,22	1,49	1,25	1,90
Фитоспорин	3,82	2,57	3,20	2,30	3,10	2,64	2,00	1,38	2,28
НСР ₀₅	0,19	0,18	–	0,28	0,11	0,10	0,10	0,10	–

Урожайность гороха при обработке семян фитоспорином на 15-25% выше, чем в контроле, а в среднем за годы исследований урожайность увеличивалась на 3,8 ц/га.

Заключение. При введении в питательную среду фитоспорина наблюдалось подавление роста фитопатогенных грибов, на 7 и 10 сутки опыта рост *Bipolaris sorokiniana* и *Fusarium oxysporum* приостанавливалось, ингибирующая активность препарата составляла 68,4 и 75,4%.

При попадании фитоспорина в ризосферу растений отмечалось повышение супрессивности почвы, о чем свидетельствует увеличение эмиссии CO₂ из почвы до 58,3-65,4 мкг/ч, в ризосфере ячменя происходило увеличение численности микроорганизмов, участвующих в круговороте азота, в 2,2-3,8 раза по сравнению с контролем, в ризосфере гороха численность азотфиксирующих и олигонитрофильных микроорганизмов повышалась до 0,55 млн КОЕ/г почвы, клубеньковых бактерий – до 35,4-40,4 шт./растение.

Предпосевная обработка семян фитоспорином на протяжении всего периода вегетации защищала корневую систему растений от поражения корневой гнилью. Развитие болезни на яровом ячмене и горохе в 1,4-1,8 раза ниже относительно контроля, биологическая эффективность составляла 27,1-45,1%. В среднем за годы исследований урожайность ярового ячменя увеличивалась на 36,9%, а гороха – на 16,7%.

Библиографический список

1. Гришечкина, С. Д. Фунгистатическая активность различных подвидов *Bacillus thuringiensis* / С. Д. Гришечкина, О. В. Смирнов, Н. В. Кандыбин // Микология и фитопатология. – 2002. – Т. 36, вып. 1. – С. 58-62.
2. Шкаликов, В. А. Защита растений от болезней / В. А. Шкаликов, О. О. Белошапкина, Д. Д. Букреев [и др.] ; под ред. В. А. Шкаликова. – М. : КолосС, 2003. – 255 с.
3. Менликиев, М. Я. Как эндофитные бактерии защищают растения / М. Я. Менликиев, В. Д. Недорезков, Г. М. Ваньянц // Агро XXI. – 2001. – №2. – С. 14-15.
4. Порсев, И. Н. Адаптивные фитосанитарные технологии возделывания основных сельскохозяйственных культур в условиях Зауралья : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.07 / Порсев Игорь Николаевич. – Краснодар, 2010. – 38 с.
5. Постовалов, А. А. Биологические основы защиты ярового ячменя от корневой гнили в Зауралье / А. А. Постовалов, А. С. Степановских. – Курган : Курганская ГСХА, 2009. – 128 с.
6. Постовалов, А. А. Эффективность предпосевной обработки семян препаратами в борьбе с болезнями ячменя и гороха // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2007. – №3. – С. 17-22.
7. Чулкина, В. А. Корневые гнили / В. А. Чулкина, Е. Ю. Торопова // Защита и карантин растений. – 2004. – №2. – С. 16-18.

