

УДК 631.53.027.2:633.11« 321» :631.46

**ВЛИЯНИЕ ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН
ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА МИКРООРГАНИЗМЫ РИЗОСФЕРЫ
И ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ**

В.А.ШКАЛИКОВ, В.К.ШИЛЬНИКОВА, АФАНДИ М.А.

(Кафедра фитопатологии)

Установлено влияние предпосевной обработки семян яровой пшеницы биологически активными веществами отдельно и некоторыми из них в комплексе с новым фунгицидом виндитатом на состав микробных ценозов в почве. Обработка семян белги, стромом, белги с виндитатом и Ф-760 приводит к развитию грибов и бактерий-антагонистов в ризосфере растений, формированию полноценных микробных ценозов и снижению численности фитопатогенных грибов *Bipolaris* sp. и *Fusarium* sp. Активизация разви-

тия азотобактера и Clostridium в ризоценозах обуславливает лучшие условия азотного питания растений и лучшее их развитие. Улучшение фитосанитарного состояния создает условия для получения высоких урожаев, превышающих урожай в контроле на 23—30%.

В условиях интенсивной химизации земледелия, когда концентрация сельскохозяйственных культур, в частности злаковых, на обширных площадях создает благоприятные условия не только для получения максимального урожая, но и для развития ряда фитопатогенных микроорганизмов, в том числе и тех, которые ранее считались не представляющими угрозы потенциальными фитопаразитами, когда нарушается сложившийся баланс микрофлоры растительного сообщества, возникает необходимость изыскания приемов и средств защиты растений, характеризующихся наибольшим фитосанитарным эффектом и экологичностью. Это тем более необходимо, поскольку эффективно применяющиеся все более агрессивные средства защиты растений вследствие их неспецифического действия, кроме угнетения нежелательной микрофлоры, ингибируют полезные микроорганизмы агроценоза, нарушают ход естественных микробиологических процессов в почве, загрязняют окружающую среду и ухудшают качество урожая.

В связи с указанным поиск новых химических препаратов, особенно возможности их замены биопрепаратами, и интенсивное изучение взаимосвязей между микроорганизмами и растением в почве с целью принятия практических мер предотвраще-

ния нежелательных сдвигов в биоценозах, несомненно, актуальны.

Испытываемые нами препараты: фунгицид виндитат и биологически активные вещества белги, стром, Ф-760 — зарекомендовали себя как высокоэффективные средства защиты зерновых культур от корневых гнилей, септориоза, мучнистой росы [11]. Однако об их влиянии на состав и деятельность микробных ценозов почвы и ризосферы растений сведений нет. Это и послужило основанием для проведения данной работы.

Выбор препаратов был обусловлен главным образом их высокой активностью в отношении возбудителей корневых гнилей, а также их природоохранительным аспектом, поскольку действие препаратов тесно связано с деятельностью корневых (ризоплана), ризосферных и почвенных микроорганизмов, являющихся основными разрушителями вносимых соединений, и поскольку именно микробным ценозам корневых систем растений принадлежит способность быстро не только разрушать поступающие в почву пестициды, но и ограничивать или подавлять развитие токсинобразователей и фитопатогенных видов микроорганизмов [1, 3]. Использование микроэлементов в сочетании с испытываемыми препаратами определялось имеющимися данными о стимулирующем

влиянии микроэлементов на антагонистов фитопатогенных грибов [6] и об активизации ими процессов биологической мобилизации недоступных для растений питательных элементов [7].

Методика

Исследования проводили в лаборатории защиты растений Тимирязевской академии в мелкоделяночных опытах. Площадь делянки 2 м², повторность 4-кратная. Норма высева яровой пшеницы Московская 35 — 500 всхожих семян на 1 м². Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая, рН — 5,5, содержание гумуса — 3,0—3,5%, азота, Р₂О₅ по Кирсанову — 10—15, К₂О по Гейбе — 10,8—15,0 мг на 100 г. Посев, уход за растениями осуществляли по общепринятой методике. Искусственный фон создавался по методу Григорьева [4].

Опыт включал следующие варианты обработки семян: 1 — контроль — семена без обработки; 2 — белги, 10 л/т; 3 — белги, 10 л/т + комплекс микроэлементов: CuSO₄, MnSO₄, ZnSO₄, 800 г/т; 4 — белги, 10 л/т + виндигат, 2 кг/т + тот же комплекс микроэлементов в той же дозе; 5 — комплекс микроэлементов в той же дозе; 6 — стром, 0,5 кг/т; 7 — Ф-760, 140 г/т.

Образцы почв для микробиологических посевов отбирали из зоны ризосферы в следующие фазы онтогенеза пшеницы: кушение, выход в трубку, колошение — молочная спелость и восковая спелость. В указанные фазы учитывали пораженность

растений корневыми гнилями. Урожай убирали методом сплошной уборки. Урожайные данные обрабатывали по методике Б.А.Доспехова [5]. Образцы ризосферной почвы анализировали по общепринятым методикам [10]. Определяли численность микроорганизмов аммонификаторов, усваивающих органические формы азота, — на мясопептонном агаре (МПА), микроорганизмов, использующих минеральные формы азота, — на крахмалоамиачном агаре (КАА), возбудителей корневых гнилей, главным образом *Fusarium* sp., *Bipolaris* sp. — на картофельно-глюкозном агаре (КГА), общую численность микромицетов — на сусло-агаре (СА), численность бактерий *Clostridium* — на среде Емцева, численность азотобактера — на среде Эшби.

Результаты

Учеты фитосанитарного состояния растений показали, что пораженность яровой пшеницы корневой гнилью зависела от количественного и качественного соотношения патогенных грибов родов *Fusarium* sp., *Bipolaris* sp. и их антагонистов.

Предпосевная обработка семян виндигатом и биологически активными веществами белги, стромом, Ф-760, микроэлементами и их смесями существенно изменяла состав микроорганизмов в ризосфере (табл.1). Так, при максимальной общей численности микроорганизмов в контроле (312—567 тыс. на 1 г сухой почвы на СА) в фазы кушения, труб-

кования преобладающее большинство составляли грибы родов *Fusarium* sp., *Bipolaris* sp. (254—517 тыс. на КГА). Высокая доля

этих грибов в общем количестве микромицетов сохранялась в контроле и в последующие фазы развития.

Т а б л и ц а 1

Численность (тыс. на 1 г сухой почвы) и виды грибов на СА (числитель) и КГА (знаменатель) в ризосфере пшеницы

Вариант	Общая численность	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Bipolaris</i> sp.	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Mucor</i> sp.	Пораженность гнилями, %
<i>Кущение</i>								
1	494,4	202,7	108,8	39,6	59,3	34,6	29,7	6,8
	378,7	143,9	109,8	37,9	41,7	—	45,4	
2	395,9	98,8	79,2	71,3	77,2	39,6	33,7	4,4
	391,9	86,3	73,0	76,3	43,1	19,9	33,2	
3	280,3	95,3	60,3	19,6	58,9	25,2	21,0	5,6
	251,4	77,9	50,3	30,2	42,7	20,1	30,2	
4	141,7	26,9	19,8	—	44,6	19,8	30,5	4,0
	123,7	21,0	19,8	—	48,3	—	34,7	
5	307,3	114,0	66,9	27,4	51,7	13,7	27,4	6,3
	291,6	96,2	64,2	37,9	55,4	—	37,9	
6	267,8	64,3	48,2	24,1	77,7	21	34,8	3,6
	209,9	52,5	39,9	27,3	56,7	—	31,5	
7	262,7	60,4	42,0	28,9	89,3	21,0	21,1	2,7
	203,4	40,7	40,6	42,7	46,8	—	29,5	
<i>Выход в трубку</i>								
1	705,5	356,3	201,1	63,5	84,7	—	—	20,1
	618,8	377,5	139,2	—	102,1	—	—	
2	591,6	133,1	115,3	106,5	115,4	35,5	68,0	15,5
	534,4	165,6	122,9	96,2	84,9	—	64,1	

Вариант	Общая численность	Fusarium sp.	Bipolaris sp.	Trichoderma sp.	Penicillium sp.	Aspergillus sp.	Mucor sp.	Пораженность гнилями, %
3	465,9	172,4	88,5	60,6	125,8	46,6	—	16,3
	419,7	149,0	92,3	48,3	92,2	—	37,8	
4	225,8	33,9	22,6	—	48,6	—	114,0	13,2
	219,7	43,9	35,2	—	86,8	—	53,9	
5	527,0	247,6	100,1	36,9	94,9	—	57,9	19,3
	487,9	239,1	107,3	43,9	73,2	—	24,4	
6	364,6	83,9	69,3	61,8	65,6	—	16,6	10,2
	311,4	80,9	65,4	46,7	89,9	—	37,4	
7	357,5	71,5	57,2	144,1	64,4	—	33,9	10,6
	300,7	66,2	57,1	99,2	51,1	—	27,1	
<i>Колошение — молочная спелость</i>								
1	540,4	275,6	135,1	—	75,6	—	54,0	32,1
	417,0	216,8	104,2	33,4	37,5	—	25,0	
2	492,9	118,3	93,7	83,8	108,4	39,4	39,5	20,8
	398,7	107,7	79,7	75,8	95,7	—	39,9	
3	387,9	124,1	73,7	—	89,2	54,3	46,6	24,3
	310,3	96,2	59,0	34,1	77,6	—	43,4	
4	141,3	26,9	18,4	—	52,3	—	43,8	16,6
	121,3	23,1	15,8	—	52,2	—	30,3	
5	475,3	130,6	104,6	57,0	104,1	—	33,3	30,0
	395,1	141,2	75,1	—	102,7	—	71,1	
6	217,0	43,3	41,2	52,1	49,9	—	30,4	12,5
	213,5	44,8	34,2	36,6	32,0	—	66,2	
7	204,6	26,6	24,6	106,3	47,1	—	33,0	13,2
	199,6	27,9	17,9	75,9	43,9	—	33,9	

Вариант	Общая численность	Fusarium sp.	Bipolaris sp.	Trichoderma sp.	Penicillium sp.	Aspergillus sp.	Mucor sp.	Пораженность гнилями, %
<i>Восковая спелость</i>								
1	681,5	381,7	190,8	54,5	54,5	—	—	42,0
	332,5	172,5	69,8	36,6	29,9	—	20,0	
2	514,6	159,5	113,2	102,9	57,5	—	87,5	28,0
	258,8	85,4	51,8	65,9	28,5	12,9	23,3	
3	377,4	143,4	75,5	—	83,0	26,4	49,1	34,0
	220,1	90,2	41,8	15,4	28,6	17,6	26,4	
4	159,6	30,3	19,1	—	78,2	—	86,7	25,0
	135,2	25,7	17,6	—	36,5	—	25,7	
5	473,8	194,3	94,8	—	80,5	37,9	66,3	37,5
	233,8	100,5	94,1	23,4	35,1	—	25,7	
6	253,4	53,2	45,6	70,9	55,7	—	27,9	22,5
	198,2	43,6	37,6	45,6	43,6	—	28,8	
7	236,6	42,6	35,5	89,9	45,0	—	23,7	21,8
	191,0	28,2	24,4	79,2	47,8	—	11,5	

Обработка семян белги (вариант 2) снижала общую численность грибов преимущественно за счет уменьшения содержания фитопатогенных. Численность антагонистов грибов родов *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus* резко возрастала, в некоторых случаях до 2 раз. Добавление к белги комплекса микроэлементов (вариант 3) способствовало снижению общей численности микроорганизмов по сравнению с вариантом 2. В зависимости от срока анализа численность *Fusarium*

sp. и *Bipolaris* sp. на разных средах снижалась в 1,4—2,6 раза. Соотношение пенициллов, аспергилла и мукора изменялось несущественно. В строгом соответствии с численностью возбудителей корневых гнилей и их антагонистов находилась и поражаемость растений корневой гнилью. Динамика развития корневых гнилей в вариантах 2 и 3 была ниже, чем в контроле, в 3-м выше, чем во 2-м.

Добавление к белги с микроэлементами виндитата (вариант 4)

в 3 раза уменьшало общую численность микроорганизмов. Резко (в 8—10 раз) снижалась численность возбудителей болезней, не обнаруживались грибы родов *Trichoderma* и *Aspergillus*, но в то же время резко возрастала численность *Penicillium* sp. (в 1,5—2 раза) и *Mucor* sp. (в 2—3 раза) по сравнению с контролем. Пораженность корневыми гнилями в варианте 4 была ниже, чем в контроле и в вариантах 2 и 3.

При обработке семян стромом и Ф-760 (варианты 6 и 7) общая численность микроорганизмов в течение всего периода вегетации была примерно одинаковой, но возбудителей корневой гнили в варианте с Ф-760 оказалось меньше, чем со стромом, а грибов *Trichoderma* sp. — значительно больше в варианте 6. По численности грибов пенициллов, аспергиллов и мукора эти варианты за небольшим исключением существенно не различались между собой и в то же время значительно превосходили контрольный вариант. Динамика пораженности корневыми гнилями в вариантах 6 и 7 была одинаковой, а ее уровень в 2 раза ниже, чем в контроле. Меньшее содержание фитопатогенных грибов в варианте 7 по сравнению с вариантом 6, вероятно, можно объяснить высоким фунгистатическим потенциалом, создаваемым грибами-антагонистами рода *Trichoderma*, а практически равная пораженность гнилями в этих вариантах (табл.1) при относительно большем содержании фитопатогенов в варианте 6, по-видимому, объясняется бла-

гоприятным действием строма на растение-хозяина.

Использование одних микроэлементов (вариант 5) хотя и привело к небольшим различиям в общем числе грибов по сравнению с контролем, но состав и численность патогенных микроорганизмов и их антагонистов оказались одинаковыми. Пораженность корневыми гнилями в этом варианте не отличалась от контроля.

Среди микроорганизмов, растущих на МПА, в естественной микрофлоре почвы (контроль) доля бацилл и псевдомонад, характеризующихся, по данным ряда исследователей [2], антагонистическим влиянием в отношении грибов рода *Fusarium*, была довольно низкой (1—2% в фазы кушения и выхода в трубку, 6—8% — в межфазный период колошение — молочная спелость и в фазу восковой спелости). При внесении биорегуляторов в почву наблюдалась вспышка развития аммонификаторов и возрастание доли бацилл и псевдомонад. Общая численность аммонификаторов и микроорганизмов, использующих минеральные формы азота, в фазу кушения возрастала при внесении белги до 6 раз на МПА и почти в 2 раза на КАА. Этот эффект с небольшими колебаниями сохранялся в течение всего вегетационного периода. Несколько меньший, но такой же стабильный эффект дали микроэлементы (табл.2). Действие виндита, строма и Ф-760 (варианты 4, 6 и 7), проявивших наивысший фитосанитарный эффект (табл.2), было несколько слабее.

Однако здесь следует обратить внимание на различное соотношение бацилл и псевдомолад в общем числе микроорганизмов по вариантам опыта. Так, в варианте 2 их доля возросла в 3—10 раз, в варианте 5 — в 2—3 раза, а в вариантах 4, 6 и 7 — в среднем в 5—15 раз. Полученные

данные позволяют предположить, что стимулирующий эффект биопрепаратов в отношении микроорганизмов, развивающихся на МПА и КАА (табл.2), может быть объяснен их токсическим действием на грибы, конкурентные для этих групп микроорганизмов (табл.1).

Т а б л и ц а 2

Численность микроорганизмов на МПА (числитель) и КАА (знаменатель) в ризосфере (млн на 1 г сухой почвы) в разные фазы развития растений

Микроорганизмы	Вариант						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>Кущение</i>							
Общая численность	6,2	34,6	29,2	11,3	32,9	22,9	23,6
	24,5	43,2	34,8	14,4	35,2	28,6	28,4
Vac.mycoides	0,06	1,5	1,0	0,3	0,9	1,6	1,9
Ps.fluorescens	1,5	2,9	1,9	0,9	1,1	2,1	2,3
<i>Выход в трубку</i>							
Общая численность	8,5	67,4	54,8	24,0	54,6	43,3	41,8
	26,0	75,7	56,7	28,5	59,8	45,6	44,3
Vac.mycoides	0,1	2,6	1,9	1,5	1,6	2,4	2,7
Ps.fluorescens	0,3	4,2	3,7	1,8	1,9	3,7	3,4
<i>Колошение — молочная спелость</i>							
Общая численность	9,0	36,0	31,1	12,5	33,7	23,8	24,3
	27,9	51,0	51,0	19,8	52,5	29,9	27,3
Vac.mycoides	0,6	3,0	2,2	1,4	1,4	2,3	2,0
Ps.fluorescens	0,9	5,1	3,1	1,9	1,6	4,0	4,2
<i>Восковая спелость</i>							
Общая численность	6,5	44,2	34,9	20,0	30,5	30,1	24,5
	29,9	57,8	56,8	25,6	54,6	33,7	33,4
Vac.mycoides	0,4	4,2	2,9	2,1	1,5	2,5	2,1
Ps.fluorescens	0,7	5,1	3,4	2,8	1,9	5,5	4,4

Свободноживущие азотфиксаторы обычно по-разному реагируют на различные соединения. В нашем опыте наибольший положительный эффект в отношении клостридиев был отмечен в присутствии белги (табл.3). Во всех остальных вариантах стимулирующее действие препаратов было несколько ниже. Стимуляцию развития популяции азотобактера в ризосфере пшеницы в присутствии смеси гербицидов наблюдал Мизев [12], хотя большинст-

во авторов отмечают, что азотобактер очень чувствителен ко многим пестицидам и в почве, и в ризосфере. Высокая требовательность этого организма к условиям среды делает его хорошим тестом потребностей растений [9]. Надо отметить, что степень развития азотобактера (табл.3) достаточно четко коррелировала со степенью эффективности испытываемых препаратов и в конечном счете — с развитием растения (табл.4).

Т а б л и ц а 3

Динамика численности Clostridium и азотобактера в ризосфере пшеницы

Фаза развития	Вариант						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>Clostridium</i> , млн на 1 г сухой почвы							
Кущение	0,2	1,5	0,3	0,3	0,7	0,8	0,7
Выход в трубку	0,4	8,9	1,7	0,7	1,7	0,8	1,5
Колошение	0,7	8,1	3,5	1,3	2,2	1,9	2,1
Восковая спелость	0,4	3,7	1,6	1,0	1,7	1,1	1,7
<i>Азотобактер</i> — плотность обрастания комочков почвы, %							
Кущение	59	87	57	90	78	70	89
Выход в трубку	57	64	68	82	79	76	86
Колошение	57	86	50	82	54	71	89
Восковая спелость	41	64	46	79	32	84	78

С одной стороны, повышение численности азотобактера является показателем улучшения («оздоровления») условий развития в прикорневой зоне почвы и снижения численности грибов, поскольку азотобактер характеризуется четко выраженным фунгис-

татическим эффектом [8]. С другой стороны, повышение численности азотобактера, как и клостридиев, свидетельствует об улучшении азотного питания растения, что также способствует проявлению эффективности препаратов (табл.3).

Урожайность и структурные элементы урожая пшеницы

Показатель	Вариант						
	1	2	3	4	5	6	7
Длина колоса, см	12,5	12,9	12,4	12,8	12,5	13,0	13,1
Число колосьев	16,8	17,6	16,9	17,0	16,5	17,7	17,7
Число зерен в колосе	41,8	46,6	46,0	46,8	42,3	47,9	48,7
Масса 1000 зерен, г	30,3	37,2	35,0	37,9	33,1	38,3	39,6

Итак, рассмотренные выше данные убедительно свидетельствуют о том, что обработка семян яровой пшеницы испытанными нами препаратами, особенно стромом, Ф-760 и белги в сочетании с виндитатом, является мощным фактором положительной биодинамики в ризосфере растений при поражении корневыми гнилями. В условиях мелкоделяночного опыта их использование приводит к формированию полноценных микробных ценозов и ограничению развития фитопатогенных грибов родов *Fusarium* и *Virgatis*. Улучшение фитосанитарного состояния в конечном итоге создает условия для получения более высоких урожаев (табл.4).

Выводы

1. Из исследованных в мелкоделяночных опытах биопрепаратов наиболее высоким фитосанитарным эффектом отличались стром, Ф-760 и белги в сочетании с виндитатом.

2. Снижение степени поражения растений яровой пшеницы корневыми гнилями сопровождалось повышением развития гри-

бов-антагонистов к фитопатогенным грибам.

3. Доля бактерий родов *Pseudomonas* и *Bacillus* в общей численности аммонифицирующих микроорганизмов, характеризующихся антагонистическим влиянием на грибы рода *Fusarium*, возрастала в вариантах с биопрепаратами высокого фитосанитарного эффекта.

4. Усиление развития азотобактера и *Clostridium* в прикорневой зоне почвы в присутствии биопрепаратов обуславливает более благоприятные условия азотного питания растений и улучшение фитосанитарного состояния посева, что обеспечивает хорошее развитие растений и формирование достоверно более высоких урожаев по сравнению с урожаем в контрольном варианте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берестецкий О.А. Образование фитотоксических веществ почвенными микроорганизмами на корневых остатках растений в фитоценозах. Киев: Наукова думка, 1972. — 2. Былинский А.Ф. Микробиология и защита расте-

ний. — В сб.: Биотехнология сельск. хоз-ва. Минск: Урожай, 1988, с. 150—163. — 3. Головки Э.А. Физиолого-биохимическое взаимодействие растений и почвенных микроорганизмов в агроценозах лесостепи Украины. — В сб.: Материалы III Всесоюзного совещания по вопросам агрофитоценологии и агробиогеоценологии. Ижевск, 1963, с.18—28. — 4. Григорьев М.Ф. Методические указания по фитопатологической оценке зерновых культур. Л.: ВАСХНИЛ, ВИР, 1976, с.12. — 5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. — 6. Клищаре А.Я. Пестициды и микрофлора растений. Рига: Зинатне, 1983. — 7. Кра-
сильников Н.А. Микроорганизмы

почвы и высшие растения. Изд-во АН СССР, 1958. — 8. Марьенко В.Г. Антагонистические свойства азотобактера и их значение для сельскохозяйственных растений. — Автореф. канд.дис. М.: ТСХА, 1965. — 9. Мишустин Е.Н., Емцев В.Т. Микробиология. М.: Агропромиздат, 1987. — 10. Теннер Е.З., Шильникова В.К. Практикум по микробиологии. М.: Агропромиздат, 1987, с.60—81. — 11. Шкалик В.А., Шеховцова О.Н., Хохлов П.С. Оценка физиологически активных веществ в защите зерновых культур от корневой гнили. — Изв.ТСХА, вып.4, 1993, с. 106—110. — 12. Misev N. — Savremena Poljopriv.reda, 1970, v 18, p.245.

*Статья поступила 13 июля
1994 г.*

SUMMARY

The effect of presowing treatment of spring wheat seed with biologically active substances alone and with some of them in combination with a new fungicide vinditat on composition of microbial coenoses in soil is established. Treatment of seed with belgy, strom, belgy with vinditat and F-760 results in development of fungi and bacteria-antagonists in plant rhizosphere, formation of valuable microbial coenoses and reduced population of phytopathogenic fungi *Bipolaris* sp. and *Fusarium* sp. More active development of azotobacter and *Clostridium* in rhizo-coenoses causes better conditions for nitrogenous nutrition of plants and for their better growth. Better phytosanitary conditions result in high yields exceeding the yield in the control by 23—30%.