



# ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

**В.Г.Иванюк**, член-корреспондент ААН РБ, доктор биологических наук, профессор

**О.Т.Александров**, кандидат биологических наук

Белорусский НИИ картофелеводства

УДК 632.95:632.484:635.21

## Эффективность пестицидов против возбудителя ризоктониоза картофеля

*В результате проведения полевых и лабораторных опытов изучено влияние гербицидов, фунгицидов и биологических препаратов на развитие гриба *Rhizoctonia solani* Kühn. и проявление ризоктониоза на картофеле. Установлено, что гербициды не препятствуют заражению ростков, столонов, корней и клубней возбудителем болезни, однако подавляют интенсивность распространения "белой ножки" на взрослых растениях. Среди протравителей семенного материала картофеля наиболее токсичными по отношению к патогену оказались фунгициды витавакс 200, текто 450, дитан М-45, монцерен, фундазол, целест и биологический препарат на основе бактерий *Bacillus cereus* 494.*

Среди многочисленных болезней картофеля наиболее вредоносным и распространенным является ризоктониоз. Заболевание вызывает гриб *Rhizoctonia solani* Kühn., который поражает растения на протяжении всей вегетации. В Беларуси ежегодно наблюдается умеренно эпифитотийное развитие ризоктониоза на ростках (30-60%), столонах (25-75%) и умеренное — на корнях (10-25%). Заселенность клубней склероциями гриба достигает 100%, а проявление "белой ножки" на взрослых растениях — 55-100%. В зависимости от условий выращивания, сорта и проводимых защитных мероприятий потери картофеля от болезни в хозяйствах республики могут достигать 36%. Кроме этого, ризоктониоз резко снижает качество семенного материала, так как в отдельные годы до 15-20% клубней не дают всходов из-за сильного поражения формирующихся на них ростков грибом *Rh.solani* [1,2].

Несмотря на длительную историю изучения ризоктониоза и разработку способов борьбы с ним, вредоносность заболевания в настоящее время практически не уменьшилась. Отсутствуют устойчивые сорта к грибу *Rh.solani*. Рекомендуемые агротехнические и фитосанитарные приемы (оптимальные сроки и густота посадки, отбор свободного от склероциев патогена семенного материала, соблюдение севооборота и др.) не дают желаемых результатов, особенно в годы с прохладным летом и избыточным увлажнением. Недостаточно эффективным оказалось обеззараживание семенного материала рядом химических и биологических препаратов. Не установлена роль гербицидов в патогенезе ризоктониоза. В связи с этим нами была поставлена цель изучить возможность исполь-

*As a result of large-scale trials and laboratory trials it has been studied the influence of herbicides, fungicides and biological products on the development of the fungus *Rhizoctonia solani* Kühn. And the development of rhizoctoniosis in potatoed. It has been stated that the herbicides do not impede an infection of sprouts, stolons, roots and tubers by a causative agent of the disease. However they depress intensity of infection of adult plants caused by "white leg". With regards to the pathogen the most toxic among the seed mordants of potatoes were the fungicides Vitavax 200, Tekto 450, Ditan M-45, Monceren, Fundazol, Celest and a biological product on the basis of bacteria *Bacillus cereus* 494.*

зования против *Rh.solani* новых поступающих на рынок страны пестицидов и разработать стратегию их применения на картофеле в условиях Беларуси.

### Методика исследований

Определение биологической эффективности пестицидов проводили в лабораторных и полевых условиях на искусственном и естественном инфекционных фонах. Ингибирующее действие препаратов в концентрациях от 0,05 до 38% на рост и развитие *Rh.solani* устанавливали в чистой культуре путем добавления их в агаризованную питательную среду [3, 4, 5]. Для выявления токсического действия гербицидов, фунгицидов и биологических препаратов на возбудителя ризоктониоза клубни картофеля перед посадкой обрабатывали следующими фунгицидами: витавакс 200, 75% с.п. — 2 кг/т; фундазол, 50% с.п. — 0,7 кг/т; хомецин, 80% с.п. — 0,4 кг/т; ТМТД, 80% с.п. — 2,3 кг/т — стандарт; берет, 20% в.р.п. — 1 кг/т; берет специаль, 24% в.р.п. — 1 кг/т; берет универсал, 57% в.р.п. — 2 кг/т; текто 450, 45% к.с. — 0,1 л/т на 2л воды — эталон; поликарбагин, 80% с.п. — 2,6 кг/т; монцерен, 25% в.р.к. — 0,9 л/т; дитан М-45, 80% с.п. — 2,3 кг/т; целест, 10% к.с. — 50 мл/т; формалин, 40% в.р. — 0,4 л/т на 30 л воды; монцерен, 25% в.р.к. — 4 л/га — внесение в почву; а также биологическими препаратами на основе бактерий *Pseudomonas putida* М —  $3,5 \times 10^{10}$  кл/мл; *Bacillus cereus* 494 —  $2,7 \times 10^{10}$  кл/мл и гриба *Trichoderma lignorum* — 5 кг/т. Гербициды зенкор, 70% с.п. — 1,7 кг/га; рейсер, 25% к.э. — 3,0 л/га; раундап, 36% в.р. — 3,0 л/га; тарга, 5% к.э. —

3,0 л/га и топогарт, 50% с.п. — 3,0 кг/га вносили в почву в сроки, рекомендуемые регламентом их применения.

Искусственный инфекционный фон создавали путем внесения в почву (5-10 г инокулюма на 1 клубень) во время посадки наиболее агрессивной и конкурентоспособной анастомозной группы патогена — АГЗ. Степень поражения ростков устанавливали в фазу полных всходов; столонов и корней — в фазу бутонизации-цветения; уровень развития “белой ножки” определяли в фазу начала естественного отмирания растений; заселенность клубней склероциями — во время уборки.

Статистическую обработку результатов исследования проводили по методике Б.А. Доспехова [6] с использованием ПЭВМ.

### Результаты исследований

В семеноводческих хозяйствах Беларуси применение гербицидов является обязательным приемом ухода за посадками картофеля. Однако действие их на поражаемость растений болезнями, в том числе и ризоктониозом, не установлено, хотя гербициды, как физиологически активные вещества, играют важную роль в регулировании системы почва — микроорганизм —

растение. В связи с этим нами впервые в условиях Беларуси изучено их влияние на патогенные свойства *Rh.solani* и проявление ризоктониоза на картофеле.

Установлено, что в чистой культуре гербициды рейсер и тарга в концентрациях от 0,5 до 1,5%, а также раундап в концентрациях от 1,0 до 1,5% полностью подавляют рост *Rh.solani*. Существенное ингибирующее действие на возбудителя болезни оказывали также зенкор — (0,5-0,9%) и топогарт — (0,5-1,5%). Так, диаметр колонии гриба *Rh.solani* на 10-е сутки роста в варианте с зенкором уменьшался по сравнению с контролем в 8-15 раз, масса мицелия в 25-249 раз. В случае добавления в питательный субстрат суспензий топогарта нами отмечено ингибирование роста патогена на 3,3%, при концентрации препарата 0,5%, на 54,4 — при 1,0 и на 68,9% — при концентрации 1,5%. Масса мицелия гриба *Rh.solani* на 10-е сутки роста была ниже на 51,3-98,2% (табл. 1).

Несмотря на то, что гербициды оказывают сильное токсическое действие на *Rh.solani* в чистой культуре, в полевых условиях (естественный инфекционный фон) все испытанные препараты существенно не влияли на степень поражения ростков,

Таблица 1. Влияние различных концентраций гербицидов на развитие *Rh.solani* в чистой культуре

Гербицид	Концентрация рабочего раствора, %					
	0,5		1,0		1,5	
	Диаметр колонии на 10-е сутки, мм	Масса мицелия, мг	Диаметр колонии на 10-е сутки, мм	Масса мицелия, мг	Диаметр колонии на 10-е сутки, мм	Масса мицелия, мг
Контроль	90	497	—	—	—	—
Зенкор	11	20	9	4	6	2
Рейсер	0	0	0	0	0	0
Раундап	9	16	0	0	0	0
Тарга	0	0	0	0	0	0
Топогарт	87	242	41	118	28	9
НСР <sub>05</sub>	3	97	1	86	8	87

Таблица 2. Влияние гербицидов на развитие ризоктониоза картофеля (сорт Явар, естественный инфекционный фон, 1994—1998 гг.)

Гербицид	Проявление болезни, %							Заселенность клубней склероциями, %	
	ростки		столоны		корни		«белая ножка»		
	1	2	1	2	1	2		1	2
Контроль	59,4	31,7	64,6	24,9	49,4	17,6	46,7	60,0	41,7
Зенкор	50,3	25,5	62,4	24,6	41,5	13,7	33,3	53,4	40,0
Рейсер	54,7	30,5	64,6	30,4	46,0	14,6	26,7	52,5	40,9
Раундап	52,4	28,2	60,1	23,2	43,2	14,4	23,2	57,5	37,5
Тарга	51,8	28,1	61,2	21,2	42,6	14,5	33,3	53,4	39,6
Топогарт	52,9	27,3	64,1	27,4	45,5	15,7	36,7	52,5	37,8
НСР <sub>05</sub>	3,8	5,4	7,1	5,2	5,3	2,5	7,4	4,0	5,5

Примечание: 1. Распространенность болезни, %

2. Развитие болезни, %

столонов, корней и клубней возбудителем ризоктониоза, хотя значительно подавляя проявление “белой ножки” — в 1,3-2,0 раза (табл. 2).

На наш взгляд, это связано с тем, что пропагулы гриба *Rh.solani* распределены по всему пахотному горизонту, а гербициды вносятся лишь в его поверхностный слой, что резко снижает частоту контакта патогена с ними. Ингибирование же “белой ножки” можно объяснить тем, что она проявляется на стеблях растений картофеля у поверхности почвы, куда и попадает основное количество химических препаратов.

В связи с изменившимся ассортиментом фунгицидов, используемых для предпосадочной обработки клубней картофеля, и неизученностью их эффективности против *Rh.solani* нами в лабораторных условиях выявлено токсическое действие различных химических соединений и биологических препаратов на рост возбудителя ризоктониоза и проявление болезни на растениях картофеля (витавакс 200, фундазол, хомедин, ТМТД, берет, берет специаль, берет универ-

сал, текто 450, поликарбацин, монцерен, дитан М-45, целест, формалин, препараты на основе гриба *Trichoderma lignorum*, полученные из лаборатории биологического метода БелНИИЗР, бактерии *Pseudomonas putida* М и *Bacillus cereus* 494, выделенные в БГУ). Для этого испытуемые вещества в виде водных растворов или суспензий вносили в незастывший (35-40 °С) картофельно-глюкозный агар, на который затем высевали грибок *Rh.solani*. На 3, 5, 7 и 10-е сутки роста измеряли диаметр колонии; на 10-е — определяли массу мицелия. По полученным данным судили об ингибирующем действии препаратов.

В результате проведенных исследований установлено, что в чистой культуре максимальной токсической активностью по отношению к *Rh.solani* и его склероциям обладали текто 450, витавакс 200, целест, берет, берет специаль, берет универсал, формалин и фундазол во всех испытанных концентрациях; монцерен — начиная с концентрации 6%; дитан М-45 — с 13, поликарбацин — с 21%, а также биологический препарат на основе бакте-

Таблица 3. Эффективность предпосадочного протравливания клубней фунгицидами и биологическими препаратами против ризоктониоза картофеля (сорт Явар, искусственный и естественный инфекционные фоны, 1994—1998гг.)

Препарат	Проявление болезни, %													
	Искусственный инфекционный фон			Естественный инфекционный фон										
	ростки			ростки			столоны			корни			«белая ножка»	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	3
Контроль	78,6	61,9	—	62,0	37,3	—	63,5	28,5	—	49,4	16,9	—	56,7	—
Витавакс 200	50,8	34,4	44,4	17,1	7,6	79,6	28,0	9,0	68,4	21,0	5,8	65,7	0	100
Фундазол	38,8	26,6	57,0	28,4	9,7	74,0	26,3	8,4	70,5	20,4	6,1	63,9	0	100
Хомедин	48,9	56,1	9,4	42,7	21,9	41,3	47,0	19,1	33,0	36,0	11,4	32,5	23,3	58,9
ТМТД	80,4	63,0	-1,8	54,4	33,1	11,3	49,1	20,4	28,4	44,2	14,7	13,0	53,3	6,0
Берет	60,2	38,0	38,6	41,5	22,6	39,4	40,2	12,6	55,8	36,4	11,9	29,6	10,0	82,4
Берет специаль	78,5	37,6	39,3	44,8	26,5	29,0	44,7	11,9	58,2	33,2	10,7	36,7	10,0	82,4
Берет универсал	49,4	38,4	38,0	34,2	18,4	50,7	34,6	11,0	61,4	34,3	11,0	34,9	6,7	88,2
Текто-эпалюн	42,4	32,6	47,3	24,9	12,0	67,8	24,0	7,3	74,4	19,2	5,8	65,7	0	100
Поликарбацин	71,9	39,5	36,2	45,8	22,2	40,5	42,8	15,0	47,4	42,0	14,4	14,8	10,0	82,4
Монцерен-клубни	44,3	27,2	56,1	27,3	10,8	71,0	27,1	8,5	70,2	21,3	6,1	63,9	10,0	82,4
Монцерен-почва	34,1	24,5	60,4	35,4	17,0	54,4	46,3	13,7	51,9	28,9	9,0	46,7	6,7	88,2
Дитан М-45	49,7	29,2	52,8	33,5	18,5	50,4	35,1	12,3	56,8	31,7	10,9	35,5	0	100
Целест	81,3	63,1	-1,9	30,8	16,3	56,3	31,9	10,2	64,2	25,3	7,8	53,8	6,7	88,2
Формалин	71,4	34,5	44,3	33,0	13,6	63,5	48,1	15,2	46,7	39,6	12,2	27,8	13,3	76,5
<i>P. putida</i> М	78,5	53,1	14,2	50,2	29,4	21,2	56,6	22,9	19,6	43,8	14,0	17,2	46,7	17,6
<i>B. cereus</i> 494	73,9	60,2	2,7	40,6	21,4	42,6	51,6	18,4	35,4	38,4	12,2	27,8	30,0	47,1
<i>T. lignorum</i>	75,0	61,1	1,3	44,3	31,2	16,4	45,2	22,7	20,4	32,1	15,3	9,5	46,7	17,6
НСР 05	9,3	8,0		6,2	4,0		9,4	6,4		5,6	2,0		10,9	

Примечание: 1. Распространенность болезни, %  
2. Развитие болезни, %  
3. Биологическая эффективность, %

Таблица 4. Влияние предпосадочного протравливания клубней фунгицидами и биологическими препаратами на продуктивность картофеля и качество семенного материала (сорт Явар, естественный инфекционный фон, 1994—1998 гг.)

Препарат	Количество стеблей на куст, шт.	Высота растений, см	Заселенность клубней склероциями, %			Урожайность			Содержание крахмала, %	Выход семенной фракции, %
			1	2	3	ц/га	Прибавка урожая			
							ц/га	%		
Контроль	3,4	29,2	100,0	85,8	—	325,6	—	—	11,7	59,0
Витавакс 200	5,9	33,7	43,3	15,0	82,5	430,8	105,2	32,3	13,1	74,0
Фундазол	5,4	32,1	53,3	17,5	79,6	444,0	118,4	36,4	13,4	73,0
Хомецин	4,8	32,0	100,0	75,0	12,6	372,3	45,7	14,3	11,8	63,0
ТМТД	3,6	29,7	100,0	77,5	9,7	334,0	8,4	2,6	11,8	61,0
Берет	4,2	30,9	100,0	64,2	25,2	374,6	49,0	15,0	12,3	72,0
Берет специаль	3,9	27,5	66,7	31,7	63,1	368,2	42,6	13,1	12,5	71,0
Берет универсал	4,0	26,5	73,3	36,7	57,2	379,2	53,6	16,5	11,7	70,0
Текто-эталон	4,9	34,0	20,0	5,8	93,2	460,9	135,3	41,6	12,8	72,0
Поликарбацин	4,6	34,0	100,0	62,5	27,2	344,6	19,0	5,8	12,1	66,0
Монцерен-клубни	5,5	38,7	36,7	10,0	88,3	461,8	136,2	41,8	12,8	77,0
Монцерен-почва	4,7	36,3	63,3	31,7	63,1	356,9	31,3	9,6	12,4	75,0
Дитан М-45	4,5	34,0	56,7	25,0	70,9	460,4	134,8	41,4	12,7	74,0
Целест	5,2	37,5	73,3	40,8	52,4	445,2	119,6	36,7	12,5	74,0
Формалин	3,5	28,2	56,7	40,0	53,4	352,9	27,3	8,4	12,4	70,0
<i>P. putida</i> М	4,1	31,1	100,0	85,0	0,9	369,9	44,3	13,6	11,9	60,0
<i>V. cereus</i> 494	4,5	34,1	100,0	75,0	12,6	367,1	41,5	12,7	12,0	67,0
<i>T. lignorum</i>	3,6	28,3	100,0	82,5	3,8	334,0	8,4	2,6	12,1	61,0
НСР 05	0,7	4,7	8,7	8,4		73,6				

Примечание: 1. Распространенность болезни, %  
 2. Развитие болезни, %  
 3. Биологическая эффективность, %

рии *Bacillus cereus* 494 —  $2,7 \times 10^{10}$  кл/мл. Они полностью подавляли рост мицелия гриба. Не оказывали существенного ингибирующего действия на патогена ТМТД, хомецин, препараты на основе бактерии *Pseudomonas putida* М —  $3,5 \times 10^{10}$  кл/мл и гриба *Trichoderma lignorum*. Так, в сравнении с контролем ТМТД во всех испытанных концентрациях ингибировал рост патогена в среднем на 0,6%, хомецин — на 5%. Масса мицелия в этом случае снижалась на 22,5 и 21,9%, соответственно. Диаметр колоний гриба *Rh. solani* и масса его мицелия в вариантах с применением препаратов на основе бактерий *P. putida* М и гриба *T. lignorum* были на уровне контроля.

Неодинаковым было действие препаратов на возбудителя ризоктониоза картофеля и в полевых условиях. Установлено, что как на искусственном, так и на естественном инфекционных фонах наиболее эффективную защиту растений от болезни обеспечивали следующие фунгициды: витавакс 200, фундазол, текто 450, монцерен (обработка клубней и внесение в почву), дитан М-45, формалин. Целест оказывал токсическое действие

на возбудителя ризоктониоза лишь на естественном инфекционном фоне (0,33 propaguly на 100 г почвы), где плотность инфекции была в 33 раза ниже, чем на искусственном. Развитие болезни на ростках в полевых опытах в вариантах с применением витавакса 200 составило 7,6%, фундазола — 9,7, текто 450 — 12, монцерена 10,8 и 17, дитана М-45 — 18,5, формалина — 13,6%. Контроль — 37,3% (табл. 3).

Распространенность “белой ножки” в период вегетации картофеля в вариантах с использованием перечисленных выше пестицидов снизилась с 23,3 — 56,7% до 6,7 — 13,3%, количество стеблей на куст увеличилось в среднем в 1,4 раза, высота растений — в 1,2 раза. Степень заселения клубней склероциями *Rh. solani* уменьшилась с 40,8 — 85,8 до 5,8 — 40%, а урожайность повысилась на 8,4 — 41,8%, содержание крахмала — на 1,1%, выход семенной фракции — на 13 — 18%. Биологическая эффективность протравителей на ростках достигла 50,4 — 79,6% (табл. 4).

Выявлено также, что бактерии *P. putida* М и гриб *T. lignorum* не оказывают ингибирующего действия на

возбудителя ризоктониоза. В этих вариантах проявление болезни на подземных органах растений картофеля было близким к контролю. Применение же бактерий *V. cereus* 494, использовавшихся в качестве протравителя, снижало развитие заболевания. Так, проявление ризоктониоза на ростках в этом случае уменьшалось на 15,9%, столонах — на 10,1, корнях — на 4,7, проявление “белой ножки” — на 26,7%. Количество стеблей в кусте увеличивалось в 1,3 раза, высота растений — в 1,2 раза, их продуктивность повышалась на 12,7%. Степень заселенности клубней склероциями патогена уменьшалась на 10,8%, содержание в них крахмала увеличивалось на 0,3%, выход семенной фракции — на 8%. Биологическая эффективность препарата против ризоктониоза на ростках составила 42,6%.

Препараты берет, берет специаль, берет универсал и формалин обладали фитотоксичностью по отношению к картофелю и, несмотря на довольно высокую эффективность против *Rh. solani*, использовать, их в качестве протравителей не рекомендуется.

Таким образом, для предпосадочного протравливания клубней картофеля необходимо использовать витавакс 200, фундазол, текто 450, дитан М-45, монцерен (обработка семенного материала и внесение в почву), целест, а также биологический препарат на основе бактерии *Bacillus cereus* 494. Это позволит существенно снизить вредоносность ризоктониоза, улучшить качество семенного материала, а также за счет лучшего развития растений получить более высокий урожай клубней. Большинство из названных фунгицидов относится к системным препаратам с лечащим действием. Они нарушают процессы деления ядра у патогена, ингибируют его дыхание, тормозят биосинтез стерина и свободных жирных кислот. Кроме того, монцерен является новым селективным препаратом против *Rh. solani*, который стимулирует рост ростков и тем самым сокращает период от посадки клубней до появления полных всходов картофеля [7, 8].

Контактные препараты ТМТД, хомецин, поликарбадин — протравители, которые ранее длительное время применялись против *Rh. solani*, оказались менее эффективными. По мнению многих исследователей это связано с тем, что популяция возбудителя ризоктониоза картофеля в значительной степени адаптировалась к ним [4, 9, 10]. Широкое использование этих веществ на протяжении многих лет привело к изменениям в биологии гриба *Rh. solani*, перестраиванию его генетического аппарата, понижению активности естественных антагонистов возбудителя ризоктониоза, что явилось основной причиной нарушения взаимоотношений в системе хозяин-патоген.

## Выводы

1. Гербициды зенкор, рейсер, раундап, тарга и топогард, рекомендованные для применения на картофеле, не оказывают существенного влияния на проявление ризоктониоза на подземных органах растений, однако они значительно подавляют проявление “белой ножки”.

2. Для предпосадочного протравливания клубней картофеля против *Rh. solani* необходимо использовать витавакс 200, фундазол, текто 450, дитан М-45, монцерен (обработка семенного материала и внесение в почву), целест и биологический препарат на основе бактерий *Bacillus cereus* 494.

3. Выявленные закономерности необходимо учитывать при закладке питомников размножения и при выращивании семенного картофеля высоких репродукций (супер-суперэлита, суперэлита и элита), а также при размножении оздоровленных от вирусов сортов.

## Литература

1. Александров О.Т. Особенности проявления ризоктониоза картофеля в Беларуси и разработка мер борьбы с ним: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук / БелНИИ защиты растений – Прилуки, 1996. – 16 с.
2. Иванюк В.Г., Александров О.Т. Эффективность агротехнических мероприятий против ризоктониоза картофеля // Весці акадэміі аграрных навук. – 1996. – № 2. – С. 55-56.
3. Dobrovodsky J. Obrudova citlivost ozime psenice a brambor k nekterym herbicidum // Uroda. – 1985. – Vol. 41, № 5. – S. 216-219.
4. Гольшин Н.М. Фунгициды. – М.: Колос. – 1993. – 319 с.
5. Харченко С.Н., Шкляр В.Ф. Фунгитоксические свойства гербицидов против некоторых видов фитопатогенных грибов // Систематика, экология и физиология почвенных грибов: Материалы 1 республиканской конференции. – Киев, 1975. – С. 126-128.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – Москва: Агропромиздат. – 1985. – 351 с.
7. Мельников Н.Н., Новожилов К.В., Белан С.Р. Пестициды и регуляторы роста растений: Справочник. – Москва: Химия. – 1995. – 576 с.
8. Гольшин Н.М. Фунгициды в сельском хозяйстве. – Москва: Колос. – 1970. – 184 с.
9. Томилин Б.А., Веденякина Е.Г. Влияние пестицидов на экологию грибов // Микология и фитопатология. – 1988. – Т. 22, № 6. – С. 578-579.
10. Эрентраут Э. Адаптация *Rhizoctonia solani* Kühn. к фунгицидам: – Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Москва: 1971. – 25 с.