

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ, ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ РАСТЕНИЙ И КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ РИЗОКТОНИОЗОМ

Вера Васильевна Гайнатулина, кандидат сельскохозяйственных наук

Ольга Ивановна Хасбиуллина, кандидат сельскохозяйственных наук

Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Камчатский край, Россия

E-mail: Khasbiullina@kamniish.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований по действию фунгицидов и биопрепаратов против *Rhizoctonia solani* в условиях Камчатского края. Интегрированная система защиты растений от болезней эффективна с включением биологических препаратов и возможностью одновременно повышать устойчивость растений к болезням и абиотическим стрессам, а также активизировать ростовые процессы. В борьбе с ризоктониозом дает хороший результат совместная обработка клубней картофеля фунгицидом ТМТД и опрыскивание растений биопрепаратами Споробактерин и Трихоцин, степень развития болезни – 3,4 и 2,1%, распространенность – 12,5 и 8,5%, что ниже контроля без обработок в среднем на 14,3 и 51,1%, поражение ростков снизилось на 1,1%, клубней – 3,9%. Совместное действие фунгицидов и биопрепаратов на клубни и растения картофеля обеспечило достоверную прибавку урожайности к контролю на 4,2 и 4,0 т/га (17,2 и 16,4%), товарных клубней увеличилось на 7,9 и 10,9%, масса товарного клубня – 4,4 и 5,4 г, витамина С – 3,57 и 2,84 мг% по сравнению с контролем. Биологическая эффективность препаратов – 83,6%.

Ключевые слова: картофель, фунгициды, биопрепараты, ризоктониоз, урожайность, биологическая эффективность, сохранность, Камчатский край

INFLUENCE OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL PREPARATIONS ON PRODUCTIVITY, INCIDENCE OF PLANTS AND TUBERS OF POTATOES WITH RHIZOCTONIOSIS

V.V. Gaynatulina, PhD in Agricultural Sciences

O.I. Khasbiullina, PhD in Agricultural Sciences

Kamchatka Research Institute of Agriculture, Kamchatka region, Russia

E-mail: Khasbiullina@kamniish.ru

Abstract. The results of studies on the effect of fungicides and biologics against *Rhizoctonia solani* in the Kamchatka Territory are presented. The integrated plant protection system is effective with the inclusion of biological preparations, combining the ability to simultaneously increase plant resistance to diseases and abiotic stresses, as well as activate growth processes. In the fight against rhizoctoniosis, joint treatment of potato tubers with the fungicide TMTD and spraying of plants with biological preparations Sporobacterin and Trichocin is effective, the degree of development of rhizoctoniosis was 3.4 and 2.1%, the prevalence of the disease was 12.5 and 8.5%, which is lower than the control without treatments by an average of 14.3%, 51.1%, the lesion of sprouts decreased by 1.1%, tubers – by 3.9%. The proposed method of potato protection provided a significant increase in yield to the control by 4.2 and 4.0 t/ha (17.2 and 16.4%), commercial tubers increased by 7.9 and 10.9%, the mass of commercial tubers – by 4.4 and 5.4 g, vitamin C – by 3.57 and 2.84 mg% compared with the control. The biological efficiency of the drugs was 83.6%.

Keywords: potato, fungicides, biological preparations, rhizoctoniosis, tubers diseases, biological efficiency, yield, Kamchatka region

Защита картофеля от грибных болезней требует комплексного подхода. Необходимо использовать качественный семенной материал, соблюдать севооборот, обеспечивать растения основными элементами питания, но нельзя отказываться от химических обработок или биологических препаратов с невысокой эффективностью против патогенов. Ризоктониоз – опасное заболевание картофеля, которое поражает ростки, столоны, стебли, вегетирующие растения, клубни и причиняет серьезный экономический ущерб. [3, 7] Ассортимент средств для борьбы с возбудителем *Rhizoctonia solani* постоянно пополняется, открывает новые возможности для совершенствования систем защиты и требует всестороннего исследования. Из рекомендованных современных протравителей представляют интерес фунгициды, которые имеют низкую подвижность препарата в почве, быстрое и полное разложение в почве и растениях. В каждой почвен-

но-климатической зоне фунгицидное действие протравителей картофеля и биопрепаратов различно, поэтому в местных условиях важно выявить все положительные свойства, оптимальные сроки применения и дать оценку биологической эффективности. [1, 6]

Цель работы – изучить влияние химических и биологических препаратов на степень развития и распространенность ризоктониоза, урожайность, качество, сохранность продукции, разработать регламент их применения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследований – средства защиты картофеля от болезней, действие которых изучали (2017–2021 годы) в почвенно-климатической зоне Елизовского района Камчатского края.

Для опрыскивания растений в период бутонизации применяли: Споробактерин, Трихоцин, Скор, норма расхода – 100 г/га, 60 и 400 г/га соответственно. Для обработки клубней: Споробактерин – 100 г/т, Трихоцин – 20 г/т, ТМТД – 1,7 л/т. Контроль – вариант без обработки, хозяйственный контроль – обработка клубней препаратом Максим 400 мл/т. Площадь делянки 25 м², размещение систематическое, повторность – четырехкратная, схема – 75 х 30 см. Срок посадки картофеля – II декада июня, уборки – II декада сентября. Сорт картофеля – *Фреско*, категория семян – I репродукция. Схема опыта представлена в таблице 1.

Почва охристо вулканическая. Содержание гумуса – 6,6% (по Тюрину), доступного фосфора – 60,0...81,0 мг/кг, обменного калия – 88,0...110,0 мг (по А.Г. Кирсанову). Количество минеральных форм азота низкое, нитратного – 19,5...28,8 мг/кг, аммонийного – 7,0...9,0 (реактив Лунге Грисса и Несслера).

Технология возделывания картофеля общепринятая для Камчатского края. Предшественник – пар. Обработка почвы: дискование и культивация на глубину 15...18 см в два следа, нарезка борозд с локальным внесением минерального удобрения N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀. Уход за растениями состоял из обработки гербицидами против сорняков по всходам картофеля (Титус – 40 г/га + Зенкор 400 г/га + Тренд 200 мл/га), трех обработок против фитофторы (Танос – 0,6 кг/га, Ридомил Голд МЦ – 2,5 кг/га, Браво – 2,0 кг/га), одного рыхления и окуливания. Ботву картофеля сжигали в I-й декаде сентября препаратом Реглон форте – 2 л/га. Клубни обрабатывали фунгицидами и биопрепаратами за сутки до посадки, опрыскивали растения в фазе массовых всходов и бутонизации. Картофель убирали картофелекопателем КТН-2 с ручным подбором клубней.

Метеорологические условия летне-осеннего периода 2017 года характеризовались повышенным термическим режимом, среднесуточная температура за месяц в июне, июле и августе была выше среднегодовой на 0,8, 1,1 и 1,4 и не превышала 14,6°С. Осадков за июнь выпало на 56% меньше, за июль и август на 63 и 11% больше нормы. В 2018, 2019 и 2020 годах самым теплым был июль, среднемесячная температура составила 14,2, 13,1 и 14,0°С (многолетняя 12,5°С), осадков в июне 2018 и 2019 годов было на 52,2 и 82%, июле – 14,1 и 7,7%, I декаде сентября – 71,3 и 7,6% выше нормы. В 2020 году количество осадков за июнь было на 47%, июль – 52,4, сентябрь – 76,1% ниже нормы, а в августе на 109,4% больше многолетних показателей. Сумма активных температур >10°С с мая по сентябрь составила в 2017 году – 1482, 2018 – 1002, 2019 – 1009,5, 2020 – 1121 (среднегодовая 1092°С). Более благоприятными для роста и развития картофеля по температурному режиму были 2017 и 2020 годы, 2018 и 2019 характеризовались низкой суммой активных температур, обильными осадками.

Расчет биологической эффективности, учеты и наблюдения проводили по методикам исследований картофеля. [4, 5] Результаты статистически обрабатывали методом дисперсионного анализа по Доспехову. [2]

РЕЗУЛЬТАТЫ

Борьба с ризоктониозом начинается с обязательного протравливания посадочного материала. Обработка клубней фунгицидами сдерживает развитие болезни на растениях практически до уборки урожая, но биологическая эффективность препаратов не всегда высока. Использование фунгицидов Максим и ТМТД способствовало снижению развития ризоктониоза по сравнению с контролем в среднем на 14,8, распространенности болезни – 50,7% в фазе бутонизации растений, биологическая эффективность препаратов в среднем – 71% (табл. 1). Перед уборкой картофеля биологическая эффективность препаратов снижается, с фунгицидом Максим – на 1,9%, ТМТД – 14,8%, развитие ризоктониоза на стеблях в этот период было ниже контроля на 12,2 и 9,9%, распространенность – 41,2 и 33,5% соответственно.

Таблица 1. Развитие и распространенность ризоктониоза в зависимости от изучаемых препаратов

Вариант	Полевая всхожесть, %	Высота растений, см	Развитие и распространенность ризоктониоза на стеблях, %		Поражение ризоктониозом, %	
			бутонизация	перед уборкой	ростки	клубни
Контроль (без обработки)	97,4	53,2	<u>20,7</u> 72,0	<u>17,1</u> 61,6	2,0	7,2
Обработка клубней перед посадкой						
Максим 400 мл/т – хозяйственный контроль	98,4	57,5	<u>6,0</u> 23,7	<u>4,9</u> 20,4	1,4	4,6
Споробактерин 100 г/т	98,4	57,9	<u>8,5</u> 33,2	<u>8,1</u> 33,0	1,2	3,4
Трихоцин 20 г/т	98,4	57,7	<u>6,2</u> 25,1	<u>6,4</u> 24,7	1,4	3,8
ТМТД 1,7 л/т	98,5	56,9	<u>5,8</u> 18,9	<u>7,2</u> 28,1	1,4	3,9
Опрыскивание растений						
Споробактерин 100 г/га, фаза бутонизации	98,6	58,0	<u>9,9</u> 39,2	<u>7,4</u> 27,9	1,0	4,2
Трихоцин 20 г/га, фаза бутонизации	98,5	57,6	<u>10,2</u> 39,1	<u>8,3</u> 30,5	1,3	4,4
Скор 400 г/га, фаза бутонизации	98,5	57,1	<u>8,4</u> 32,8	<u>8,8</u> 34,0	1,4	4,5
Скор 400 г/га, фаза массовых всходов и бутонизации	98,6	57,1	<u>8,2</u> 30,9	<u>5,2</u> 21,0	1,3	4,8
Обработка клубней + опрыскивание растений						
ТМТД 1,7 л/т + Споробактерин 100 г/га	98,9	58,6	<u>4,1</u> 16,5	<u>3,4</u> 12,5	0,8	3,3
ТМТД 1,7 л/т + Трихоцин 60 г/га	98,7	57,5	<u>1,7</u> 7,4	<u>2,1</u> 8,5	1,0	3,2
ТМТД 1,7 л/т + Скор 400 г/га	98,6	57,2	<u>7,5</u> 10,2	<u>3,0</u> 12,5	1,1	3,7
НСР ₀₅		2,5				

Таблица 2.
Элементы структуры урожая
и биохимические показатели клубней картофеля

Вариант	Урожайность, т/га	Товарность, %	Средняя масса товарного клубня, г	Содержание в клубнях		
				крахмал, %	сухое вещество, %	витамин С, мг/%
Контроль (без обработки)	24,4	71,8	90,2	10,5	15,50	4,65
Обработка клубней						
Максим 400 мл/т – хозяйственный контроль	26,0	77,4	88,4	10,5	15,50	4,29
Споробактерин 100 г/т	27,3	77,5	88,0	10,8	16,00	6,55
Трихоцин 20 г/т	26,9	75,3	82,2	10,7	15,75	7,54
ТМТД 1,7 л/т	27,0	78,7	98,9	10,7	15,75	4,93
Опрыскивание растений						
Споробактерин 100 г/га, фаза бутонизации	27,0	84,2	87,1	10,5	15,50	10,04
Трихоцин 20 г/га, фаза бутонизации	26,8	81,2	84,4	11,0	16,00	8,01
Скор 400 г/га, фаза бутонизации	26,2	77,7	86,1	10,9	15,90	8,31
Скор 400 г/га, фаза массовых всходов и бутонизации	26,6	75,9	85,0	10,9	16,00	3,44
Обработка клубней + опрыскивание растений						
ТМТД 1,7 л/т + Споробактерин 100 г/га	28,6	79,7	88,6	11,0	16,00	8,22
ТМТД 1,7 л/т + Трихоцин 60 г/га	28,4	82,7	89,6	11,1	16,20	7,49
ТМТД 1,7 л/т + Скор 400 г/га	28,2	78,2	84,9	10,9	15,90	6,06
НСР ₀₅	1,8					

Таблица 3.
Поражение клубней болезнями при хранении,
2018–2021 годы

Вариант	Поражение клубней болезнями, %				Всего больных, %	Сохранность клубней, %
	ризиктониоз	фомозно-фузариозные нилы	мокрая гниль	ооспороз		
Контроль (без обработки)	8,2	4,9	1,9	2,2	17,2	82,8
Обработка клубней						
Максим 400 мл/т – хозяйственный контроль	6,7	3,3	0,9	2,7	13,6	86,4
Споробактерин 100 г/т	5,7	2,4	0,3	1,5	9,9	90,1
Трихоцин 20 г/т	4,4	3,1	0,1	2,3	9,9	90,1
ТМТД 1,7 л/т	4,6	4,6	0,8	3,8	13,8	86,2
Опрыскивание растений						
Споробактерин 100 г/га, фаза бутонизации	3,2	3,0	0,4	2,8	9,9	90,1
Трихоцин 20 г/га, фаза бутонизации	4,8	3,1	0,4	2,6	10,9	89,1
Скор 400 г/га, фаза бутонизации	5,3	1,8	0,5	2,5	10,1	89,9
Скор 400 г/га, фаза массовых всходов и бутонизации	4,2	2,1	0,6	2,3	9,2	90,8
Обработка клубней + опрыскивание растений						
ТМТД 1,7 л/т + Споробактерин 100 г/га	2,7	1,3	0,1	1,4	5,5	94,5
ТМТД 1,7 л/т + Трихоцин 60 г/га	2,7	1,8	0,4	1,1	6,0	94,0
ТМТД 1,7 л/т + Скор 400 г/га	3,8	1,4	0,9	1,7	7,8	92,2

Для снижения химической нагрузки на агроцепоз для обработки клубней использовали биологические препараты на основе штаммов *Trichoderma harzianum* (Трихоцин) и *Bacillus subtilis* + *Trichoderma viride* (Споробактерин).

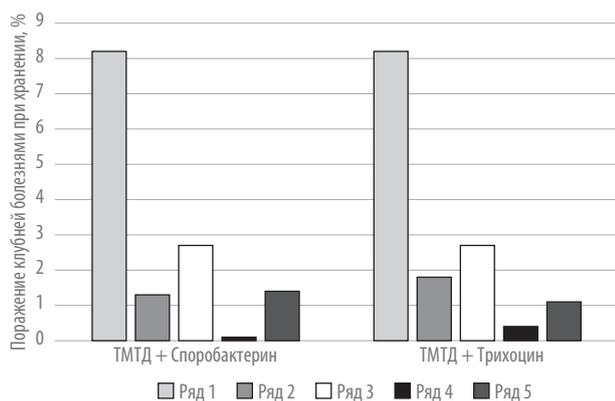
В фазе бутонизации картофеля развитие и распространённость ризиктониоза на подземных стеблях снижалось при обработке клубней Споробактерином на 12,2 и 38,8%, Трихоцином – 14,5 и 46,9%, перед уборкой соответственно – 9,0 и 28,6%, 10,7 и 36,9% по сравнению с контролем. Биологическая эффективность Споробактерина в фазе бутонизации – 56,4%, перед уборкой – 44,5, Трихоцина соответственно 67,6 и 60,9, эффективность его была выше на 11,2 и 25,4%, чем у Споробактерина.

Исследованиями установлено, что степень развития ризиктониоза на стеблях в фазе бутонизации и перед уборкой снижалась при опрыскивании растений Споробактерином на 10,8 и 9,7%, Трихоцином – 10,5 и 8,8, Скором – 12,3 и 8,3% по сравнению с контролем. Распространённость болезни на этих вариантах в фазе бутонизации ниже контроля в среднем в 1,9 раза, перед уборкой – 1,8. При опрыскивании растений препаратами (Споробактерин, Трихоцин, Скор) поражение клубней ризиктониозом по отношению к контролю снижалось в среднем на 2,8, ростков – 0,8%. Их биологическая эффективность при опрыскивании

растений – 51,2% по сравнению с контролем. Обработка растений биопрепаратами способствовала увеличению биологической эффективности с 48,5 (бутонизация) до 53,3% (уборка), а обработка растений фунгицидом Скор снижала эффективность препарата к уборке с 56,9 до 46,6%.

Результативным оказалось совместное действие фунгицидов и биопрепаратов на клубни и растения. Обработка клубней фунгицидом ТМТД и опрыскивание растений биопрепаратами Споробактерином или Трихоцином приводила к увеличению всхожести клубней на 1,5 и 1,3%, высоты растений – 5,4 и 4,3 см, снижению степени развития ризиктониоза на стеблях перед уборкой в среднем на 14,3%, распространённости болезни – 51,1%. Поражение ростков ризиктониозом было ниже контроля на 1,1, клубней – 3,9%. Биологическая эффективность препаратов в фазе бутонизации в среднем – 86,1, перед уборкой – 83,6%.

Все испытанные фунгициды и биопрепараты положительно влияли на урожайность, качество и товарность клубней. По отношению к контролю прибавка урожайности (1,8...4,2 т/га) получена во всех изучаемых вариантах (табл. 2). К хозяйственному контролю урожайность увеличилась с фунгицидами ТМТД + Скор – на 2,2 т/га (8,5%), ТМТД + Споробактерин и Трихоцин – 2,6 и 2,4 т/га (10,0 и 9,2%). Максимальная урожайность установлена при совместном действии фунгицида ТМТД и биопрепа-



Поражение клубней болезнями при хранении.
 Ряд: 1 – контроль, 2 – фомозно-фузариозные гнили, 3 – ризоктониоз, 4 – мокрая гниль, 5 – ооспороз.

ратов Споробактерин и Трихоцин, прибавка к контролю составила 4,2 и 4,0 т/га (17,2 и 16,4%), процент товарных клубней увеличился на 7,9 и 10,9, масса товарного клубня – 4,4 и 5,4 г, содержание витамина С в клубнях – 3,57 и 2,84 мг%. Содержание в клубнях крахмала и сухого вещества было на уровне контроля и находилось в пределах соответственно 10,5...11,0 и 15,5...16,0%, изучаемые препараты не оказали отрицательного влияния на продукцию.

Фунгициды и биопрепараты для защиты клубней и растений картофеля от патогенов при возделывании повышают устойчивость к болезням при хранении. Распространение болезней на клубнях картофеля при хранении определяли методом фитопатологического анализа. Всего больных клубней по вариантам – 5,5...13,8%, в контроле – 17,2% (табл. 3).

Сохранность клубней – 86,4...94,5%, в контроле – 82,8%. Поражение клубней основными болезнями при хранении составило: фомозно-фузариозные гнили – 1,3...4,6%, ризоктониоз – 2,7...6,7, ооспороз – 1,1...3,8 и мокрая гниль – 0,1...0,9%. Обработка клубней перед посадкой фунгицидами и биопрепаратами, а также опрыскивание растений в период вегетации не дали положительного эффекта при хранении. Отмечено сильное поражение клубней ризоктониозом – 3,2...6,7% и фомозно-фузариозными гнилями – 1,8...4,6, в контроле 8,2 и 4,9%. Совместное действие фунгицидов и биопрепаратов способствовало высокой сохранности клубней (94,0...94,5%), поражение клубней болезнями было минимальным (5,5...6,0%), что ниже контроля на 11,2...11,7, хозяйственного – 7,6...8,1% соответственно (см. рисунок). Биологическая эффективность препаратов при хранении клубней при использовании ТМТД + Споробактерин – 68,0%, ТМТД + Трихоцин – 65,1%.

Таким образом, разработан регламент применения фунгицидов и биопрепаратов для использова-

ния в интегрированной системе защиты картофеля от ризоктониоза в условиях Камчатского края, обеспечивающий снижение степени развития болезни на 14,3%, распространенности – 51,1, повышение урожайности картофеля до 17,2 и сохранности клубней на 11,3%. Он включает в себя обработку клубней перед посадкой фунгицидом ТМТД в дозе 1,7 л/т и опрыскивание растений биопрепаратами Споробактерин 100 г/га и Трихоцин 60 г/га в фазе бутонизации. Биологическая эффективность препаратов в среднем – 83,6%.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Вошедский Н.Н., Сорокин Н.С. Антирезистентная программа в действии // Защита и карантин растений. 2003. № 5. С. 12–13.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во Колос, 1985. 416 с.
3. Кузнецова М.А. Защита и карантин растений (Приложение). 2007. № 5. С. 1–28.
4. Методика исследований по защите картофеля от болезней и вредителей, сорняков и иммунитету / Сост.: А.С. Воловик, Л.Н. Трофимец, А.Б. Долягин, В.М. Глез; // ВНИИКХ, Россельхозакадемия. М., 1995. 106 с.
5. Методика исследований по культуре картофеля. М.: НИИКХ, 1967. 263 с.
6. Ряховская Н.И., Гайнатулина В.В., Макарова М.А. Эффективность биофунгицидов против ризоктониоза на картофеле в условиях Камчатского края // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2015. № 3. С. 25–27.
7. Leng P., Zhang Z., Li Q. et al. Pharmazie. 2012. V. 67. S. 534–541.

REFERENCES

1. Voshedskij N.N., Sorokin N.S. Antirezistentnaya programma v dejstvii // Zashchita i karantin rastenij. 2003. № 5. S. 12–13.
2. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta: (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij). 5-e izd., pererab. i dop. M.: Izd-vo Kolos, 1985. 416 s.
3. Kuznecova M.A. Zashchita i karantin rastenij (Prilozhenie). 2007. № 5. S. 1–28.
4. Metodika issledovanij po zashchite kartofelya ot boleznej i vreditel'ej, sornjakov i immunitetu / Sost.: A.S. Volovik, L.N. Trofimec, A.B. Dolyagin, V.M. Glez; // VNIKCH, Rossel'hozakademiya. M., 1995. 106 s.
5. Metodika issledovanij po kul'ture kartofelya. M.: NIKCH, 1967. 263 s.
6. Ryahovskaya N.I., Gajnatulina V.V., Makarova M.A. Effektivnost' biofungicidov protiv rizoktonioza na kartofele v usloviyah Kamchatskogo kraja // Vestnik Rossijskoj sel'skochozajstvennoj nauki. 2015. № 3. S. 25–27.
7. Leng P., Zhang Z., Li Q. et al. Pharmazie. 2012. V. 67. S. 534–541.