

В.В. ГАЙНАТУЛИНА, О.И. ХАСБИУЛЛИНА

Эффективность применения биопрепаратов и фунгицидов в борьбе с ризоктониозом картофеля

Приводятся экспериментальные данные о влиянии фунгицидов ТМТД, Скор и биопрепаратов Споробактерин и Трихоцин на степень развития, распространенность ризоктониоза (*Rhizoctonia solani*) в период вегетации растений, на урожайность, качество и сохранность картофеля. Определены способы обработки и изучены препараты против ризоктониоза для использования в интегрированной системе защиты картофеля. За годы исследований сочетание обработки семенного материала перед посадкой фунгицидом ТМТД и некорневого опрыскивания биопрепаратами Споробактерин или Трихоцин было экономически выгодным агроприемом, который обеспечил достоверную прибавку урожая в среднем на 5,0 т/га (21,9 %) и 2,2 т/га (8,5 %) по сравнению с контролем (22,8 т/га) и хозяйственным опытом (25,6 т/га). В этих же вариантах степень развития ризоктониоза была ниже на 14,0 и 15,2 %, распространенность болезни на стеблях – на 50,2 и 53,1 %, поражение ростков снизилось в среднем на 0,8 %, клубней – на 3,5 % по сравнению с контролем без обработки. Сохранность клубней составила 96,2 % при 87,7 % в контроле. Содержание витамина С увеличилось на 1,92 и 1,71 мг% соответственно. Отмечена тенденция увеличения крахмала во всех вариантах опыта. Биологическая эффективность препаратов, способствующих снижению развития и распространенности ризоктониоза на стеблях, по сравнению с контролем составила при использовании ТМТД + Споробактерин или ТМТД + Трихоцин 83,6 или 89,6 % соответственно. Экономическая эффективность с 1 га составила 131,5 и 173,3 тыс. руб.

Ключевые слова: картофель, фунгициды, биопрепараты, ризоктониоз, урожайность, сохранность.

Efficiency of application of biopreparations and fungicides in potato rhizoctoniosis control.
V.V. GAYNATULINA, O.I. KHASBIULLINA (Kamchatka Research Institute of Agriculture, Kamchatka Territory, Yelizovsky District, Sosnovka village).

The article presents experimental data on the influence of fungicides TMTD, Scor and biopreparations Sporobacterin and Trichocin on the degree of development, the prevalence of rhizoctoniosis (*Rhizoctonia solani*) during the vegetation of plants, yield, quality and safety of potatoes. Treatment methods have been identified and antirhizoctonia drugs have been studied for use in an integrated potato protection system. Over the years of the research, combination of treatment of seed material before planting with fungicide TMTD and foliar spraying with biopreparations Sporobacterin or Trichocin was economically beneficial agronomic practice, which provided reliable yield increase by 5.0 t/ha (21.9 %) and 2.2 t/ha (8.5 %) on average in comparison with control (22.8 t/ha), and economic experience (25.6 t/ha). In the same variants the degree of rhizoctoniosis development was lower by 14.0 and 15.2 %, stem disease prevalence – by 50.2 % and 53.1 %, sprouts lesions was lower by 0.8 % on average, tubers – by 3.5 % compared to controls without treatment. Preservation of tubers was 96.2 % when in control it was 87.7 %. The content of vitamin C increased by 1.92 and 1.71 mg% respectively. The tendency of starch increase in all variants of experience was noted. Biological efficacy of preparations contributing to the reduction of development and prevalence of rhizoctoniosis on the stems in comparison with control was 83.6 or 89.6 % with TMTD + Sporobacterin or Trichocin respectively. The economic efficiency from 1 ha was 131.5 and 173.3 thousand rubles.

Key words: potatoes, fungicides, biopreparations, rhizoctoniosis, yield, safety.

*ГАЙНАТУЛИНА Вера Васильевна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ХАСБИУЛЛИНА Ольга Ивановна – кандидат сельскохозяйственных наук, директор (Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Камчатский край, Елизовский район, пос. Сосновка).

*E-mail: vera30.10@mail.ru

Введение

Большинство фунгицидов, применяемых в сельском хозяйстве, обладают высокой эффективностью. Наибольший интерес представляют малообъемные препараты с минимальными дозами внесения и высокой физиологической активностью, имеющие низкую подвижность в почве, быстро и полностью разлагающиеся как в почве, так и в растениях, с продолжительным периодом защитного действия [6, 11]. Решающее значение в интегрированной системе защиты картофеля уделяется как химическому, так и биологическому методу [4, 10]. Стандартная схема применения химических препаратов не всегда целесообразна по фитосанитарным, экологическим и экономическим показателям, к тому же постоянное и многолетнее использование одних и тех же веществ может вызвать появление резистентных популяций возбудителей болезней [3]. Эффективна система защиты растений с включением биологических препаратов, сочетающая в себе возможности одновременно повышать устойчивость растений к болезням и абиотическим стрессам путем активизации иммунитета, а также активизировать ростовые процессы за счет изменений физиологического состояния растений.

В условиях Камчатки грибные болезни наносят большой вред, в частности картофелеводству [1, 2]. Ризоктониоз, вызываемый *Rhizoctonia solani* Kühn, распространен в Камчатском крае повсеместно, он поражает ростки, стебли, корни, столоны и клубни картофеля. Поражение подземных ростков ризоктониозом достигает 6–8 %, что приводит к появлению запаздывающих всходов растений, отстающих в росте, особенно в первую половину вегетации. Далее болезнь проявляется в виде язвенной формы поражения стеблей и «белой ножки». Использование для посадки клубней со склероциями ризоктониоза ведет к потере до 13–15 % урожая [12]. Борьба с ризоктониозом на картофеле затруднена из-за климатических условий региона и отсутствия в реестре РФ препаратов, позволяющих полностью контролировать данную болезнь, в связи с чем разработка и внедрение низкоч затратных и эффективных технологий защиты растений, повышающих урожайность, сохранность и качество продукции, приобретают особую актуальность.

Цель наших исследований: создать оптимальные условия, обеспечивающие снижение заболеваемости картофеля ризоктониозом, повышение урожайности и сохранности клубней на основе применения новых биологических и химических фунгицидов в целях эффективного использования в интегрированной системе защиты картофеля от болезней.

Условия, материалы и методы

Полевые эксперименты проводили в 2017–2019 гг. Опыт закладывали на экспериментальном поле, расположенном в почвенно-климатической зоне Елизовского района Камчатского края. В качестве объекта исследований выступали средства защиты картофеля Споробактерин, Трихоцин и Скор, норма расхода препарата для опрыскивания растений в период бутонизации 100, 60 и 400 г/га соответственно; для обработки клубней применяли Споробактерин в дозе 100 г/т, Трихоцин – 20 г/т, ТМТД – 1,7 л/т. Контроль – вариант без обработки клубней растений, второй контроль (хозяйственный опыт) – вариант с обработкой клубней фунгицидом Максим в дозе 400 мл/т, рекомендованный в качестве элемента технологии при возделывании картофеля в крае. Площадь делянки 25 м², размещение делянок систематическое, повторность 4-кратная. Срок посадки картофеля – II декада июня, уборки – II декада сентября. Работу вели с сортом картофеля Фреско, категория семян – первая репродукция. Варианты опыта по изучению влияния действия препаратов представлены в табл. 1.

Учеты, наблюдения и расчет биологической эффективности проводили по методике исследований картофеля ВНИИКХ и защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков [7, 8]. Результаты исследований статистически обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [5] с использованием компьютерной программы.

Биологическую эффективность (%) препаратов установили по формуле: $BЭ = (a - б) / a \times 100$, где a – распространенность или развитие болезни в контроле, $б$ – то же в опытном варианте.

Экономическая эффективность (тыс. руб. / га) рассчитана по методике определения эффекта от использования новых технологий по формуле: $Э = (C_б - C_н) + (Ц_н - Ц_б) \times n$ [9], где $C_б, C_н$ – производственные затраты в базовом и новом вариантах на 1 га, тыс. руб.; $Ц_н, Ц_б$ – стоимость валовой продукции с 1 га в новом и базовом вариантах, тыс. руб.; n – площадь посадок, га.

Технология возделывания картофеля – общепринятая для Камчатского края [13]. Почва охристо-вулканическая, легкая по гранулометрическому составу со следующими агрохимическими показателями пахотного горизонта (0–20 см): гумуса 6,6 % (по Тюрину), среднее содержание (мг/кг сухой почвы) подвижного фосфора – 60–81, обменного калия – 110–123 (по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО), нитратного азота – 19,5–28,8 (ГОСТ 26488-85), аммонийного азота – 7,0–9,0 (ГОСТ 26716-85). Гидролитическая кислотность 4,82 (по Каппену).

Метеорологические условия летне-осеннего периода 2017 г. характеризовались повышенным температурным режимом. Среднесуточная температура в июне, июле и августе была выше нормы на 0,8, 1,1 и 1,4 °С соответственно и не превышала 14,6 °С. Осадков выпало в июне на 45 % меньше, в июле и августе на 63 и 11 % больше среднеемноголетних значений. В 2018 и 2019 гг. самым теплым месяцем был июль, среднемесячные температуры достигали 14,2 и 13,1 °С соответственно при многолетней 12,5 °С, в остальные месяцы сезона вегетации температура была на уровне среднеемноголетней, осадков в июне выпало соответственно на 52,2 и 82 %, в июле – на 14,1 и 7,7 %, в первой декаде сентября – на 71,3 и 7,6 % выше нормы. Среднесуточные температуры превысили отметку +5 °С в 2017 г. 14 мая (норма – 26 мая), в 2018 г. 23 мая, в 2019 г. 15 мая; отметку +10 °С – 15 июня (среднеемноголетняя – 24 июня), 27 и 28 июня соответственно. Сумма активных температур нарастающим итогом >10 °С с мая по сентябрь составила в 2017 г. 1141 °С, в 2018 г. 1002 °С, в 2019 г. 1009,5 °С при среднеемноголетнем значении 1092 °С. Более благоприятным для роста и развития картофеля по температурному режиму был 2017 г.; 2018 и 2019 гг. характеризовались низкой суммой активных температур, высокой влажностью и обильными осадками, что способствовало развитию ризоктониоза.

Результаты исследований

Вегетационный период в среднем за три года составил 70 дней. Всхожесть картофеля во всех вариантах была высокой – 98,3–99,0 % при 98,0 % в контроле (табл. 1).

Как показано в табл. 1, во всех вариантах опыта статистически достоверно увеличивалась линейная высота растений на 4,3–7,3 см по сравнению с контролем, по сравнению же с хозяйственным опытом зафиксировано увеличение на 1,9 см (в случаях опрыскивания растений Споробактерином). Основных стеблей у 1 растения было 3,9–4,4 шт., наибольшее количество – при использовании Споробактерина.

Во всех изучаемых вариантах степень развития ризоктониоза была ниже, по сравнению с контролем, в фазу бутонизации (07.08.) – на 10,6–20,2 %, перед уборкой (09.09.) – на 8,7–15,2 %, а распространенность болезни (в эти же даты) – на 33,9–71,0 и 34,2–53,1 % соответственно (табл. 2).

Как следует из данных табл. 2, однократные обработки клубней или растений были менее эффективны, чем двукратные (сочетанные). Степень развития ризоктониоза на стеблях при однократной обработке была в среднем на 4,0 и 4,4 %, а распространенность болезни на 14,7 и 17,0 % выше, чем при двукратной; по сравнению с хозяйственным опытом – выше на 2,5 и 2,9 % и на 7,5 и 9,8 % соответственно.

Таблица 1

Влияние фунгицидов на развитие растений картофеля (в среднем за 2017–2019 гг.)

Вариант опыта	Полевая всхожесть, %	Число основных стеблей в 1 кусте	Высота растений, см
Контроль (без обработки)	98,0	3,9	51,3
Хозяйственный опыт (обработка клубней Максимом, 400 мл/т)	98,5	4,6	56,7
Обработка клубней перед посадкой			
Споробактерин, 100 г/т	98,4	4,4	56,5
Трихоцин, 20 г/т	98,3	4,2	56,6
Опрыскивание растений в фазу бутонизации			
Споробактерин, 100 г/га	98,7	4,1	58,6
Трихоцин, 60 г/га	98,6	3,9	56,4
Скор, 400 мл/га	98,7	3,9	57,4
Скор, 400 мл/га*	98,7	4,0	57,4
Обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации			
ТМТД, 1,7 л/т + Споробактерин, 100 г/га	98,7	4,4	57,1
ТМТД, 1,7 л/т + Трихоцин, 60 г/га	99,0	4,1	56,6
ТМТД, 1,7 л/т + Скор 400, мл/га	98,8	4,1	56,2
НСР _{0,5}	–	0,5	1,5

* Также при появлении массовых всходов.

Таблица 2

Влияние фунгицидов на заболеваемость растений картофеля ризоктониозом (в среднем за 2017–2019 гг.)

Варианты опыта	Развитие ризоктониоза, %		Распространенность ризоктониоза, %		Поражение ризоктониозом, %	
	фаза бутонизации	перед уборкой	фаза бутонизации	перед уборкой	ростков	клубней
Контроль (без обработки)	20,9	16,8	73,8	59,8	2,0	6,1
Хозяйственный опыт (обработка клубней Максимом, 400 мл/т)	4,5	3,8	17,3	15,8	1,4	1,3
Обработка клубней перед посадкой						
Споробактерин, 100 г/т	9,2	7,2	34,9	25,6	1,3	2,5
Трихоцин, 20 г/т	5,7	5,4	22,6	20,9	1,7	3,0
Опрыскивание растений в фазу бутонизации						
Споробактерин, 100 г/га	9,1	5,5	36,1	20,6	1,1	3,2
Трихоцин, 20 г/га	10,3	6,4	39,9	24,3	1,4	2,4
Скор, 400 г/га	8,5	8,1	33,2	31,8	1,4	2,5
Скор, 400 г/га*	8,7	4,2	33,3	16,9	1,4	4,0
Обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации						
ТМТД, 1,7 л/т + Споробактерин, 100 г/га	3,2	2,8	12,8	9,6	1,3	2,5
ТМТД, 1,7 л/т + Трихоцин, 60 г/га	0,7	1,6	2,8	6,7	1,0	2,6
ТМТД, 1,7 л/т + Скор, 400 г/га	2,2	2,4	9,1	9,6	1,2	2,4

* Также при появлении массовых всходов.

При однократных обработках клубней поражение ростков ризоктониозом снизилось на 0,3–0,7 %, при опрыскивании растений – на 0,6–0,9 %, поражение клубней нового урожая не превышало 3,2 % при 6,1 % в контроле.

Совместное воздействие фунгицидов и биопрепаратов на клубни и растения более эффективно подавляло развитие *Rhizoctonia solani* и сдерживало распространенность болезни. Так, в вариантах протравливание клубней ТМТД + опрыскивание растений Споробактерином и ТМТД + Трихоцин степень развития ризоктониоза на стеблях перед уборкой

снижалась в среднем на 14,5 %, распространенность болезни на растениях – на 51,2 % по сравнению с контролем. Биологическая эффективность использования ТМТД + Споробактерин или ТМТД + Трихоцин составила соответственно 83,6 или 89,6 %.

Защитные обработки, снижая степень развития болезней, способствовали получению более высокого урожая картофеля (табл. 3). По отношению к контролю получена достоверная прибавка урожайности на всех изучаемых вариантах. При совместных обработках фунгицидами ТМТД + Скор, ТМТД + биопрепарат Споробактерин, ТМТД + Трихоцин

Таблица 3

Влияние фунгицидов на урожайность и товарные качества картофеля (среднее за 2017–2019 гг.)

Вариант опыта	Урожайность		Семенные клубни, %	Товарные клубни, %	Содержание в клубнях	
	т/га	к контролю, т/га			крах-мала, %	витамина С, мг%
Контроль (без обработки)	22,8	–	42,2	68,0	10,6	4,20
Хозяйственный опыт (обработка клубней Максимом, 400 мл/т)	25,6	+2,8	41,3	70,3	10,7	4,16
Обработка клубней перед посадкой						
Споробактерин, 100 г/т	26,7	+3,9	43,1	72,0	10,8	5,22
Трихоцин, 20 г/т	25,6	+2,8	42,5	69,1	10,8	4,57
Опрыскивание растений в фазу бутонизации						
Споробактерин, 100 г/га	26,3	+3,5	44,4	72,8	10,6	7,31
Трихоцин, 60 г/га	26,1	+3,3	43,0	72,7	10,8	5,11
Скор, 400 г/га	25,9	+3,1	39,4	67,1	10,9	4,83
Скор, 400 г/га*	26,3	+3,5	41,3	66,4	10,9	3,42
Обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации						
ТМТД, 1,7 л/т + Споробактерин, 100 г/га	28,3	+5,5	42,8	71,1	10,9	6,12
ТМТД, 1,7 л/т + Трихоцин, 60 г/га	27,3	+4,5	40,9	73,3	11,2	5,91
ТМТД, 1,7 л/т + Скор 400 г/га	27,6	+4,8	43,5	69,8	11,0	3,21
НСР _{0,5}	1,7					

* Также при появлении массовых всходов.

Таблица 4

Влияние фунгицидов и биопрепаратов на сохранность клубней картофеля (весна 2018 и 2019 гг.)

Варианты опыта	Поражение клубней болезнями, %					Здоровые клубни, %
	ризикто-ниоз	фомоз	мокрая гниль	ооспороз	всего	
Контроль (без обработки)	9,3	0,5	1,4	1,1	12,3	87,7
Хозяйственный опыт (обработка клубней Максимом, 400 мл/т)	6,6	0,9	0,4	2,8	10,7	89,3
Обработка клубней перед посадкой						
Споробактерин, 100 г/т	5,5	1,6	0,5	0,7	8,3	91,7
Трихоцин, 20 г/т	3,6	1,7	0	2,3	7,6	92,4
Опрыскивание растений в фазу бутонизации						
Споробактерин, 100 г/га	5,4	1,5	0,1	2,3	9,3	90,7
Трихоцин, 20 г/га	4,7	0,6	0,2	2,5	8,0	92,0
Скор, 400 г/га	6,1	0,3	0,2	1,6	8,2	91,8
Скор, 400 г/га*	4,4	0,5	0,5	1,9	7,3	92,7
Обработка клубней + опрыскивание растений в фазу бутонизации						
ТМТД, 1,7 л/т + Споробактерин, 100 г/га	2,3	0,2	0	1,3	3,8	96,2
ТМТД, 1,7 л/т + Трихоцин, 60 г/га	2,2	0,4	0,1	1,2	3,9	96,1
ТМТД, 1,7 л/т + Скор, 400 г/га	2,8	0,3	0,2	1,1	4,4	95,6

* Также при появлении массовых всходов.

прибавки по отношению к хозяйственному опыту составили соответственно 2,1, 2,7 и 1,7 т/га. Количество семенных клубней на изучаемых вариантах было на уровне контроля, процент товарных клубней по сравнению с контролем увеличился при опрыскивании растений Споробактерином, Трихоцином и при совместных обработках с ТМТД соответственно на 4,0 %, 1,1, 3,1, 5,3 %. При обработке растений Трихоцином и Споробактерином отмечено увеличение содержания витамина С в клубнях картофеля на 0,91 и 3,11 мг%, при совместном использовании с ТМТД – на 1,71 и 1,92 мг%.

По результатам весеннего фитопатологического анализа установлена высокая сохранность клубней обработанных растений – 90,7–96,2 % (в контроле – 87,7 %, в хозяйственном опыте – 89,3 %). Эти данные отражают устойчивость не только к ризоктониозу, но и другим заболеваниям (табл. 4). Наилучшие показатели достигнуты при обработке клубней фунгицидом ТМТД совместно с опрыскиванием растений препаратами Споробактерин, Трихоцин или Скор.

В табл. 5 представлен экономический эффект применения признанных нами лучшими комплексных вариантов – ТМТД + Споробактерин и ТМТД + Трихоцин.

Таблица 5

Экономическая целесообразность комплексной обработки картофеля фунгицидом ТМТД и биопрепаратами

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю, т/га	Всего затрат на 1 га, тыс. руб.	Стоимость продукции с 1 га, тыс. руб.	Экономическая эффективность с 1 га, тыс. руб.
Контроль (без обработки)	22,8	–	914,8	1140,0	–
ТМТД, 1,7 л/т + Споробактерин, 100 г/га	28,3	5,5	1057,3	1415,0	131,5
ТМТД, 1,7 л/т + Трихоцин, 60 г/га	27,3	4,5	966,5	1365,0	173,3

Заключение

На основании проведенных исследований следует отметить, что в условиях Камчатского края в борьбе с ризоктониозом картофеля наиболее эффективен комплексный подход: обработка клубней фунгицидом ТМТД для уничтожения первичных очагов инфекции и в дальнейшем опрыскивание растений биопрепаратом Споробактерин или Трихоцин. В период бутонизации и перед уборкой картофеля это обеспечивает снижение развития ризоктониоза на стеблях в среднем на 18,9 и 14,6 %, распространенности болезни на 66,0 и 51,6 %, поражение ростков на 0,8 % и клубней на 3,5 % по сравнению с контрольным вариантом. Предложенный способ борьбы с ризоктониозом на картофеле обеспечил достоверную прибавку урожайности в среднем на 5,0 т/га (21,9 %) и 2,2 т/га (8,5 %) по сравнению соответственно с контролем и хозяйственным опытом. Биологическая эффективность ТМТД + Споробактерин – 83,9 %, ТМТД + Трихоцин – 89,6 %, экономический эффект с 1 га от применения данных препаратов составил 131,5 и 173,3 тыс. руб. соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вакуленко В.В. Против болезней картофеля // Картофель и овощи. 2016. № 2. С. 34.
2. Власова Я.А. Защита картофеля по программе-максимум // Картофель и овощи. 2018. № 6. С. 21–22.
3. Вошедский Н.Н., Сорокин Н.С. Антирезистентная программа в действии // Защита и карантин растений. 2003. № 5. С. 12–14.
4. Гайнагулина В.В., Макарова М.А. Химические и биологические фунгициды на защите картофеля от ризоктониоза // Дальневост. аграр. вестн. 2018. № 3. С. 7–12.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1985. 416 с.
6. Новикова И.И. Микробиологическая защита растений – основа фитосанитарной оптимизации агроэкосистем // Защита и карантин растений. 2017. № 4. С. 3–6.
7. Методика исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитету / Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. науч.-исслед. ин-т картоф. хоз-ва им. А.Г. Лорха, Акционерное общество «Персек»: [сост. А.С. Воловик и др.]. М., 1995. 107 с.
8. Методика исследований по культуре картофеля. М.: ВНИИКХ, 1967. 263 с.
9. Методика экономической и биоэнергетической оценки в картофелеводстве. М.: НИИКХ., 2000. 27 с.
10. Плеханова Л.П., Булдаков С.А. Влияние биологических и химических препаратов на устойчивость растений и клубней картофеля к болезням и урожайность // Инновационные научные достижения в АПК Дальневосточного региона: теория и практика: сб. науч. тр. / ФАНО. СахНИИСХ. Южно-Сахалинск: Кано, 2018. С. 62–68.
11. Рябинин А.Н. Снизить пестицидную нагрузку при выращивании картофеля возможно // Защита и карантин растений. 2014. № 8. С. 37–38.
12. Ряховская Н.И., Гайнатулина В.В., Макарова М.А. Испытание химических протравителей для защиты картофеля от ризиктониоза // Вестн. рос. с.-х. науки. 2016. № 3. С. 48–49.
13. Ряховская Н.И., Гайнатулина В.В. и др. Система земледелия Камчатского края. Петропавловск-Камчатский: Камчатский НИИСХ, 2015. 200 с.