

УДК 632.651/.955:635.21

ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ ОТ ЗОЛОТИСТОЙ КАРТОФЕЛЬНОЙ НЕМАТОДЫ *Globodera rostochiensis* W. В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ

© 2021 г. Н. Е. Агансонова

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений
196608 С.-Петербург—Пушкин, ш. Подбельского 3, Россия

*E-mail: agansonovan@mail.ru

Поступила в редакцию 23.10.2020 г.

После доработки 16.11.2020 г.

Принята к публикации 11.02.2021 г.

Биологическая эффективность почвенного применения нематодицида Видат 5 Г, Г в норме расхода 20, 40, 80 кг/га против золотистой картофельной нематоды *Globodera rostochiensis* W. (GR) на GR-чувствительном сорте Невский составила 35, 63 и 98%. Использование нематодицида с GR-устойчивым сортом Sante в защите картофеля от фитогельминта дала возможность повысить биологическую эффективность, уменьшить количество препарата и сократить количество обработок. Сочетание Видат 5 Г, Г в норме расхода 20, 40, 80 кг/га с сортом Sante после двухлетнего применения не привела к обнаружению жизнеспособных нематод. GR-восприимчивые сорта картофеля следует выращивать с использованием нематодицида.

Ключевые слова: защита картофеля, *Globodera rostochiensis* W., Видат нематодицид 5 Г, Г., сорта картофеля.

DOI: 10.31857/S0002188121050033

ВВЕДЕНИЕ

Проблема борьбы с золотистой картофельной нематодой *Globodera rostochiensis* W., объектом внутреннего и внешнего карантина, включенным в список Европейской организации по защите растений (ЕРО) — одна из самых экономически значимых и препятствующих развитию картофелеводства, приоритетного направления с.-х. производства России.

Ни один из современных методов борьбы (биологический, агротехнический, химический) отдельно не обеспечивает ее быстрый и полный контроль на картофеле *Solanum tuberosum* L. Фитопаразит вызывает снижение урожайности и ухудшение качества клубней, в том числе проявляющееся в уменьшении содержания крахмала и витамина С, способен усугублять грибные и бактериальные болезни культуры, переносить вирусы, увеличивать заселенность колорадским жуком *Leptinotarsa decemlineata* S., снижать эффективность комплексных минеральных удобрений. Длительная жизнеспособность цист при неблагоприятных условиях (10 и более лет) и отсутствии растений-хозяев, а также возможность преодолевать их устойчивость, опасность появления агрессивных патотипов, высокая скорость размножения, очаговое распространение, существенно усложняющее своевременное выявление, выращивание картофеля в монокультуре и возделывание восприимчивых сортов, обеспечивающих нараста-

ние численности, вызывают необходимость интеграции методов для совершенствования систем защиты картофеля от фитогельминта.

Стратегия борьбы с фитопаразитической нематодой согласно рекомендациям Европейского общества по защите и карантину растений (ЕОЗР) состоит в снижении численности популяций до экономически неврежденного уровня [1].

В целях реализации в сельскохоззяйственном производстве для обеспечения растениеводческой продукции потенциала таких факторов как сорт и химические средства защиты растений [2, 3], основываясь на том, что оздоровление почв научно обоснованными средствами защиты растений — императивный фактор стабилизации продуктивности растениеводства [4], устойчивость отрасли обеспечивает в том числе ассортимент сортов [5], учитывая необходимость экологизации приемов защиты растений — базового атрибута адаптивной интенсификации растениеводства [6], длительность снижения численности популяции нематоды при возделывании нематодоустойчивых сортов картофеля (до 60–95% после 1–3 лет выращивания) [7], зависимость эффективности использования сортов от уровня зараженности почвы фитопаразитом (снижение урожайности и эффективности очищения почвы при предпосадочной плотности популяции >5 тыс. инвазионных личинок/100 см³) [8], актуальной является разработка эффективной и

экологически малоопасной системы борьбы с применением нематодицидов, гарантирующих максимальное снижение уровня инвазионного заражения и сортов картофеля, устойчивых к патотипу R₀1 *G. rostochiensis*, при их рациональном сочетании.

Химические препараты, разрешенные к применению в РФ против золотистой картофельной нематоды на картофеле, из-за высокой токсичности в “Государственном каталоге ...” отсутствовали, в 2019 г. в него был включен для использования нематодицид Видат 5 Г, Г.

Цель работы – оценить биологическую эффективность нематодицида Видат 5 Г, Г против золотистой картофельной нематоды и перспективы совместного использования препарата с нематоустойчивым сортом картофеля.

МЕТОДИКА ИСЛЕДОВАНИЯ

Мелкоделяночные эксперименты проводили в 1-й почвенно-климатической зоне Северо-Западного региона РФ (Ленинградская обл.) на дерново-подзолистой суглинистой почве в посадках картофеля *Solanum tuberosum* L. (Solanaceae) в 2014–2015 гг.

Объект исследования – золотистая картофельная нематода *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Skarbilovich, 1959 (Tylenchida: Heteroderidae) патотип R₀1. Методами морфометрии, ПЦР и биотеста с использованием растений-дифференциаторов установлено, что в Северо-Западном регионе РФ распространен вид *G. rostochiensis* R₀1 [9].

В исследовании использовали классические нематологические методы [10]. В каждой повторности всех вариантов буром объемом 5 см³ отбирали через 10–15 см пробы почвы. Объем почвенной пробы – 1.5 л. Количество проб, собранных из пахотного слоя 0–25 см почвы – 20 и 2 пробы на повторность для каждого опыта. Почвенные пробы просушивали 14 сут на воздухе до воздушно-сухого состояния, тщательно перемешивали и выделяли для анализа средние, объемом 400 мл. Выделение цист из почвы проводили методом флотации. Зараженность почвы фитогельминтом выражали количеством живых личинок, содержащихся в цистах, выделенных из 100 см³ почвы.

Нематодицид Видат 5 Г, Г (50 г/кг): препаративная форма – гранулы, д.в. – оксамил (*ISO*), N,N-диметил-2-метилкарбамоилоксимино-2-(метилтио) ацетамид (IUPAC), производитель: ДюПон-Химпром, регистрант: ООО “Дюпон Наука и Технологии”. Препарат вносили ручным способом на поверхность почвы с последующей заделкой гранул на глубину 5 см перед посадкой клубней картофеля. Рекомендованные нормы расхода и способы применения нематодицида – рядковое внесение одновременно с посадкой картофеля в норме расхода 20 кг/га и сплошное внесение перед посадкой клубней с заделкой в почву в нормах применения 40 и 80 кг/га.

Схема опыта по оценке биологической эффективности нематодицида на естественном очаге нематоды (табл. 1) включала внесение препарата рядковое (20 кг/га) и сплошное (40 и 80 кг/га) с посадкой клубней восприимчивого сорта картофеля Невский (селекция ЛенНИИСХ “Белогорка”). Учет численности фитопаразита проводили до посадки картофеля, в течение вегетации – через 6 нед после внесения препарата и после уборки культуры. Размер опытных делянок 10 м². Контроль – без внесения препарата.

Биологическую эффективность оценивали по изменению количества живых личинок нематоды в опыте от аналогичного показателя в контроле и рассчитывали по формуле Хендерсона–Тилтона [11].

Схема опыта при изучении перспектив совместного использования нематодицида с нематоустойчивым сортом Sante (Agrico U.A, Нидерланды) на естественном фоне заражения фитогельминтом (табл. 2) включала одно- и двухлетнее внесение препарата в рекомендованных нормах расхода и способах внесения с посадкой клубней картофеля устойчивого сорта Sante. Для сравнения использовали одно- и двухгодичное возделывание устойчивого сорта Sante и восприимчивого сорта Невский, внесение нематодицида в рекомендованных нормах применения и способах внесения с посадкой клубней восприимчивого сорта Невский. Площадь опытных делянок – 1 м². Численность фитогельминта учитывали до посадки картофеля, определяя исходную степень зараженности почвы и после уборки культуры.

Для определения жизнеспособности личинок использовали метод окрашивания 0.05%-ным водным раствором малахитового зеленого. Через 10 мин мертвые личинки окрашивались в голубовато-зеленоватый цвет, живые не окрашивались. Использованный метод подтверждали методом визуальным для оценки жизнеспособности личинок нематод: у жизнеспособной личинки наблюдали активное движение при уколе иглой – видимые спонтанные движения, волнистые изгибы тела и ненарушенную структуру внутренних органов. К мертвым относили неподвижных, вытянутых нематод или с угловатыми изгибами тела, зернистостью пищевода и вакуолизацией внутренних органов. Отсутствие жизнеспособности таких нематод подтверждали путем перенесения их в чашку Петри с водой на 3-и сут.

Повторность опытов четырехкратная. Размещение опытных делянок – рендомизированное, мероприятия по уходу – рыхление междурядий, трехкратное окучивание. Органические и минеральные удобрения не вносили. Культура-предшественник – картофель.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили дисперсионным методом

Таблица 1. Биологическая эффективность нематодицида Видат 5 Г, Г против золотистой картофельной нематоды на картофеле

Норма расхода препарата, кг/га	Зараженность почвы живыми личинками, экз./100 см ³			Снижение численности личинок относительно контроля, %	
	до посадки культуры (перед внесением препарата)	в течение вегетации (через 6 нед после внесения препарата)	после уборки культуры	в течение вегетации (через 6 нед после внесения препарата)	после уборки культуры
Видат 5 Г, Г, рядковое внесение одновременно с посадкой					
20	2450 ± 110(a)	2090 ± 38(b)	4090 ± 250(b)	26	35
Видат 5 Г, Г, сплошное внесение перед посадкой с заделкой в почву					
40	1570 ± 110(b)	830 ± 40(c)	1500 ± 100(c)	54	63
80	2560 ± 190(c)	370 ± 20(d)	145 ± 10(d)	87	98
Контроль (без внесения препарата)					
—	2270 ± 70(a)	2610 ± 190(a)	5860 ± 160(a)	—	—

Примечание. Средние величины с разными буквенными индексами достоверно различались ($p \leq 0.05$). То же в табл. 2.

с использованием компьютерной программы ANOVA. В таблицах приведены средние величины показателей \pm ошибка средней. Данные с разными буквенными индексами внутри графы достоверно различались при $p \leq 0.05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ данных биологической эффективности показал, что нематодицид Видат 5 Г, Г в Северо-Западном регионе России обеспечивал эффективную защиту восприимчивого сорта картофеля Невский от золотистой картофельной нематоды при средней степени зараженности почвы (табл. 1). Биологическая эффективность препарата в нормах расхода 20, 40, 80 кг/га при рядковом и сплошном внесении с заделкой в почву перед посадкой клубней составляла после уборки культуры 35, 63 и 98% соответственно. Пестицид, обеспечивая длительный период защитного действия (>6 нед), существенно сократил численность инвазионных личинок II возраста фитопаразитической нематоды, мигрирующих из цисты в корни растений, в течение одного вегетационного сезона выращивания картофеля.

При оценке совместного использования нематодицида с различными по устойчивости к нематоды сортами картофеля установлено, что при выращивании восприимчивого сорта Невский препарат обеспечивал статистически достоверное снижение высокого уровня заражения почвы фитогельминтом (табл. 2). Снижение численности живых личинок при его применении в нормах расхода 20, 40, 80 кг/га при рядковом и сплошном внесении составляло 30.3, 53.3 и 92.6%. В отсутствие химической защиты одно- и двухгодичное возделывание сорта Невский увеличивало численность личинок паразита на 90.4 и 183% соответственно.

Установлена возможность высокоэффективного снижения численности фитопаразита (на 92.3–100%) при использовании препарата в сочетании с устойчивым сортом картофеля Sante. Сравнительный анализ полученных данных при уборке культуры, с учетом статистически недостоверного отличия предпосадочной численности фитогельминта на делянках, показал следующее.

Рядковое внесение на поверхность почвы гранул нематодицида в норме расхода 20 кг/га перед посадкой клубней устойчивого сорта Sante было сравнимо со сплошным внесением в норме применения 80 кг/га с последующим выращиванием восприимчивого сорта Невский и превышало двухлетнее рядковое внесение 20 кг/га под картофель сорта Невский.

Сочетание указанной технологии применения препарата с возделыванием устойчивого сорта Sante позволило уменьшить рекомендованную для сплошного внесения против нематоды норму применения в 4 раза и сократить кратность обработок в 2 раза.

Внесение препарата сплошное в норме расхода 20 кг/га с посадкой клубней сорта Sante было сравнимо с почвенным применением сплошным при выращивании сорта Невский в норме 80 кг/га и с двухгодовым возделыванием сорта Sante.

Применение нематодицида с посадкой устойчивого сорта Sante снизило рекомендованную норму применения при указанном способе внесения в 4 раза и срок полного очищения почвы от фитогельминта при выращивании сорта Sante в 2 раза.

Применение нематодицида сплошное в норме расхода 40 кг/га с посадкой сорта Sante сравнимо со сплошным внесением в норме 80 кг/га с возделыванием сорта Sante и использованием препарата в течение 2-х лет в норме 40 кг/га в сочетании с

Таблица 2. Изменение численности нематоды при использовании нематодицида Видат 5 Г, Г в сочетании с выращиванием нематодоустойчивого сорта картофеля Sante и восприимчивого сорта Невский

Препарат Видат 5 Г, Г, норма расхода, кг/га	Зараженность почвы живыми личинками, экз./100 см ³		Изменение послеуборочной численности личинок по сравнению с предпосадочной, %
	до посадки клубней	после уборки	
Сорт Sante			
20	Рядковое внесение одновременно с посадкой		
	5580 ± 340(a)	429 ± 66	-92.3 (p)
	Сплошное внесение перед посадкой с заделкой в почву		
	5250 ± 420(a)	210 ± 21	-96 (u)
40	Рядковое 2-летнее внесение одновременно с посадкой		
	5150 ± 440(a)	0	-100 (r, x, w)
80	Сплошное внесение перед посадкой с заделкой в почву		
	5300 ± 380(a)	3.8 ± 2.6	-99.9 (n)
	Сплошное 2-летнее внесение перед посадкой с заделкой в почву		
	7030 ± 600 (a)	0	-100 (x, r, w)
Сорт Невский	Сплошное внесение перед посадкой с заделкой в почву		
	5630 ± 370(a)	4.8 ± 3.1	-99.9 (m, n)
	Сплошное 2-летнее внесение перед посадкой с заделкой в почву		
	6830 ± 370(a)	0	-100 (w, r, x)
20	Сорт Невский		
	Рядковое внесение одновременно с посадкой		
	5940 ± 250(a)	4140 ± 190	-30.3 (y)
	Рядковое 2-летнее внесение одновременно с посадкой		
40	6080 ± 70(a)	2470 ± 140	-59.4 (l)
	Сплошное внесение перед посадкой с заделкой в почву		
80	6870 ± 350(a)	3210 ± 190	-53.3 (z)
	Сплошное 2-летнее внесение перед посадкой с заделкой в почву		
Сорт Невский	5420 ± 380(a)	8.8 ± 1.9	-99.9 (f, m, n)
	Сплошное внесение перед посадкой с заделкой в почву		
Сорт Sante	5790 ± 110(a)	428 ± 45	-92.6 (d, p)
	Сплошное 2-летнее внесение перед посадкой с заделкой в почву		
Сорт Невский	6370 ± 250(a)	6.3 ± 2.3	-99.9 (j, f, m, n)
	1-летнее возделывание		
Сорт Sante	5080 ± 440(a)	9670 ± 780	+90.4 (c)
	2-летнее возделывание		
Сорт Невский	4940 ± 480(a)	14000 ± 1500	+183 (o)
	1-летнее возделывание		
Сорт Sante	6060 ± 130(a)	1890 ± 100	-68.8 (a)
	2-летнее возделывание		
Сорт Невский	6090 ± 190 (a)	247 ± 8	-95.9 (b, u)

сорт Невский, превышало двухгодичное выращивание картофеля сорта Sante.

Интеграция нематодицида с устойчивым сортом Sante позволила уменьшить в 2 раза норму применения и кратность обработки, а также срок отдельного возделывания сорта Sante для уничтожения паразита.

Двухлетнее совместное использование химического препарата в нормах расхода 20, 40 и 80 кг/га с сортом Sante, обеспечивающее полное подавление нематоды в почве, превышало эффективность отдельных двухгодичных внесений нематодицида в нормах 20, 40 и 80 кг/га перед посадкой клубней сорта Невский и выращивания сорта Sante. Обработка

пестицидом устраняла необходимость возделывания более 2-х лет устойчивого сорта Sante для полного очищения почвы от нематоды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокая биологическая эффективность нематодицида Видат 5 Г, Г против золотистой картофельной нематоды свидетельствовала о возможности решения проблемы сортов картофеля, имеющих ограниченное применение для получения хозяйственной эффективности при возделывании на зараженной фитопаразитом почве в отсутствии химической защиты.

Применение нематодицида может иметь существенное практическое значение при вовлечении в оборот неиспользуемых из-за заражения нематодой земель сельскохозяйственного назначения для обеспечения высокоэффективного производства картофеля.

Для максимального снижения заражения почвы фитопаразитической нематодой препарат Видат 5 Г, Г целесообразно использовать в сочетании с посадкой районированных сортов картофеля с высоким уровнем устойчивости к фитогельминту.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. EPPO Bulletin 48 (3): PM 9/26 (1) National regulatory control system for *Globodera pallida* and *Globodera rostochiensis*. 2018. P. 516–532.
2. Кудеяров В.Н. Баланс азота, фосфора и калия в земледелии России // Агрохимия. 2018. № 10. С. 3–11.
3. Кудеяров В.Н. Агрогеохимические циклы углерода и азота в современном земледелии России // Агрохимия. 2019. № 12. С. 3–15.
4. Кудеяров В.Н., Соколов М.С., Глинушкин А.П. Современное состояние почв агроценозов России, меры по их оздоровлению и рациональному использованию // Агрохимия. 2017. № 6. С. 3–11.
5. Соколов М.С., Глинушкин А.П., Спиридонов Ю.Я., Торопова Е.Ю., Филипчук О.Д. Технологические особенности почвозащитного ресурсосберегающего земледелия (в развитие концепции ФАО) // Агрохимия. 2019. № 6. С. 3–20.
6. Соколов М.С., Спиридонов Ю.Я., Глинушкин А.П., Каракотов С.Д. Стратегия фундаментально-прикладных исследований в сфере адаптивно-интегрированной защиты растений // Агрохимия. 2018. № 5. С. 3–12.
7. Шестенеров А.А., Федотова Е.Л., Закабунина Е.Н., Колесова Е.А. Создание нематодоустойчивых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. М.: РГАЗУ, 2004. 96 с.
8. Володин А.И., Грибоедова О.Г., Шестенеров А.А. Применение глободероустойчивых сортов картофеля в очаге золотистой картофельной нематоды *Globodera rostochiensis* // Тр. Центра паразитологии. Т. L: Биоразнообразие паразитов. М.: Товарищество научн. изданий КМК, 2018. С. 64–66.
9. Лиманцева Л.А. Золотистая картофельная нематода *Globodera rostochiensis* в Северо-Западном регионе РФ: состав популяции, источники и доноры устойчивости: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб.: ВИЗР, 2010. 21 с.
10. Кирьянова Е.С. Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними. Л.: Наука, 1969. Т. 1. 447 с.; 1971. Т. 2. 521 с.
11. Гуськова Л.А., Метлицкий О.З., Данилов Л.Г., Белоножко Г.А., Болотный А.В., Зорьева Т.Д., Хрянина Р.А. Методические указания по проведению государственных испытаний нематодицидов. М., 1983. 34 с.

Potato Protection System from Potato Golden Nematode *Globodera rostochiensis* W. in Northwest region of Russia

N. E. Agansonova

All-Russian Institute of Plant Protection sh. Podbel'skogo 3, St. Petersburg–Pushkin 196608, Russia

E-mail: agansonovan@mail.ru

The biological effectiveness of soil application of nematicide Vidat 5 G, G at 20, 40, 80 kg/ha against potato golden nematode *Globodera rostochiensis* W. (GR) on GR-susceptible cv. Nevskij was 35, 63 и 98%. Using of nematicide with GR-resistant cv. Sante in potato protection against phytohelminth provided the possibility to increase biological effectiveness and to reduce the amounts of preparation and the number of treatments. The combination of 20, 40, 80 kg/ha of Vidat 5 G, G with cv. Sante after two years application resulted in no detectable viable nematode. GR-susceptible potato cultivars are should be to grown provided of nematicide application.

Key words: potato protection system, *Globodera rostochiensis* W., Vidat 5 G, G, cultivar.