

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ЭФФЕКТИВНОМУ ПРИМЕНЕНИЮ
ГЛОБОДЕРОУСТОЙЧИВЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ
В БОРЬБЕ С ЗЛОТИСТОЙ КАРТОФЕЛЬНОЙ НЕМАТОДОЙ
В ЛИЧНЫХ ПОДСОБНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ**

Шестеперов А. А.¹,

доктор биологических наук, профессор,
главный научный сотрудник лаборатории фитопаразитологии,
aleks.6perov@yandex.ru

Колесова Е. А.²,

кандидат биологических наук, доцент

Грибоедова О. Г.¹,

кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник лаборатории фитопаразитологии

Аннотация

Решающим звеном в системе комплексных мероприятий по борьбе с золотистой картофельной нематодой является применение глободероустойчивых сортов и гибридов картофеля. Прежде чем рекомендовать для ЛПХ какой-либо глободероустойчивый сорт картофеля, необходимо провести сравнительную оценку сортов в очаге глободероза. Этой цели служат демонстрационные опыты, которые позволяют выявить положительные и отрицательные стороны сортов и наглядно показать специалистам сельского хозяйства и населению преимущества нематодоустойчивых сортов. Эффективно снижали численность золотистой картофельной нематоды в почве (более чем на 60%) глободероустойчивые сорта (Жуковский ранний, Импала, Санте, Скарб, Леди Розетта, Пикассо, Ривьера, Аризона и др.) с мощной и разветвлённой корневой системой при выращивании на плодородной, лёгкой по механичес-

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук» (117218, г. Москва, ул. Б. Черемушкинская, д. 28)

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный заочный университет» (143907, Московская область, г. Балашиха, ш. Энтузиастов, д. 50)

кому составу почве с внесением минеральных и органических удобрений, достаточной обеспеченностью почвенной влагой в течение мая и июня. Их выращивание приводило к снижению поражённости глободерозом и, соответственно, повышению урожайности картофеля. С целью повышения эффективности обеззараживания почвы с помощью глободероустойчивых сортов и получения оптимальной урожайности картофеля в ЛПХ необходимо выполнять следующие мероприятия: 1. Осенью – зяблевая вспашка на глубину пахотного слоя. Весной – культивация на глубину 12–14 см с одновременным боронованием. 2. Картофель рекомендуется возделывать в противонематодном севообороте или плодосмене не ранее, чем третьей или четвертой культурой. Эффективность нематодоустойчивых сортов повышается при использовании органических и полной дозы азотных удобрений. 3. Для активизации деятельности хищных, паразитарных грибов и других антагонистов картофельных нематод необходимо вносить органические удобрения (навоз, торф, компост) в почву посадок картофеля.

Ключевые слова: нематодоустойчивый сорт картофеля, золотистая картофельная нематода.

METHODOLOGICAL INSTRUCTIONS FOR THE EFFECTIVE APPLICATION OF GLOBODERA-RESISTANT POTATO VARIETIES IN THE FIGHT AGAINST GOLDEN POTATO NEMATODE IN PERSONAL AUXILIARY FARMS

Shesteperv A. A.¹,

Doctor of Biological Sciences, Professor,
Chief Researcher of the Laboratory of Phytoparasitology,
aleks.6perov@yandex.ru

Kolesova E. A.²,

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Griboyedova O. G.¹,

Candidate of Biological Sciences,
Senior Researcher of the Laboratory of Phytoparasitology

¹ All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Federal Scientific Centre VIEV" (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218, Russia)

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State Agrarian Correspondence University" (50, sh. Entuziastov, Balashikha, Moscow region, 143907)

Abstract

The decisive link in the system of comprehensive measures to control the golden potato nematode is the use of globodera-resistant varieties and hybrids of potatoes. Before recommending any globodera-resistant potato variety for private household plots, it is necessary to carry out a comparative assessment of varieties in the globoderosis focus. This purpose is served by demonstration experiments that allow us to identify the positive and negative aspects of varieties and clearly show agricultural specialists and the population the advantages of nematode-resistant varieties. Effectively reduced the number of golden potato nematodes in the soil (by more than 60%) globodera-resistant varieties (Zhukovsky early, Impala, Santa, Scarb, Lady Rosetta, Picasso, Riviera, Arizona, etc.) with a powerful and branched root system when grown on a fertile, light in texture soil with the introduction of mineral and organic fertilizers, sufficient supply of soil moisture during May and June. Their cultivation led to a decrease in the incidence of globoderosis and, accordingly, an increase in potato yield. In order to increase the efficiency of soil disinfection with the help of globodera-resistant varieties and to obtain the optimal potato yield in private household plots, it is necessary to take the following measures: 1. In autumn – autumn plowing to the depth of the arable layer. In spring – cultivation to a depth of 12–14 cm with simultaneous harrowing. 2. It is recommended to cultivate potatoes in an anti-nematode crop rotation or fruit change no earlier than the third or fourth crop. The effectiveness of nematode-resistant varieties increases with the use of organic and full dose of nitrogen fertilizers. 3. To activate the activity of predatory, parasitic fungi and other antagonists of potato nematodes, it is necessary to apply organic fertilizers (manure, peat, compost) to the soil of potato plantings.

Keywords: nematode-resistant potato variety, golden potato nematode.

Введение. Картофель – универсальная сельскохозяйственная культура, используемая для продовольственных и кормовых целей, является ценным сырьем для перерабатывающей промышленности. Расчётная потенциальная продуктивность картофеля достигает 60–100 т/га. Однако реальные урожаи в хозяйствах разного типа в 5–10 раз ниже. Одной из основных причин низких урожаев, особенно в личных подсобных хозяйствах является золотистая картофельная нематода (ЗКН).

Серьезную тревогу вызывает расширение ареала опасного фитопаразита – цистообразующей золотистой картофельной нематоды (ЗКН), вызывающей карантинное заболевание – глободероз (ГЗ). В настоящее время этот объект зарегистрирован в 59 регионах России на площади около 70 тыс. га (Справочник карантинных, фитосанитарных зон, 2016). Ежегодно выявляются новые очаги глободероза. Монокультура картофеля и возделывание восприимчивых сортов в частном секторе, плохо контролируемые перевозки картофеля внутри страны, несоблюдение карантинных правил приводят к расширению ареала

ЗКН и росту очагов. Широкому распространению нематоды способствуют ее высокая плодовитость и выживаемость, способность расселяться с почвой, переноситься с орудиями труда, транспортом при перевозке картофеля, с посадочным материалом [1].

В среднем потери урожая картофеля от глободероза составляют 30%, но известны случаи, когда потери урожая достигали 80–90%. Кроме прямого ущерба, картофельные глободеры наносят косвенный ущерб, вызываемый карантинным запретом или ограничением перевозок продукции из зон заражения.

Первые признаки поражения растений картофельной нематодой можно наблюдать вскоре после появления всходов картофеля. Больные растения образуют немногочисленные хилые стебли, которые начинают преждевременно желтеть. Хлороз начинается с нижних листьев, затем распространяется на верхние и постепенно охватывает весь куст. При сильном поражении растения, чтобы получить питательные вещества и воду для своего развития, образуют массу мелких корней, так называемую «бородатость» корневой системы. Снижение урожайности картофеля значительное, так как инвазированные растения образуют мелкие и немногочисленные клубни. При неблагоприятных условиях (засуха, низкое плодородие почвы) наблюдается полная гибель растений в так называемых «плешинах».

Цистообразующие нематоды свое название получили от способности кутикулы самок превращаться в жесткую и стойкую к внешним воздействиям коричневую оболочку, внутри которой сохраняются яйца и личинки в течение нескольких лет. Погибшая самка, наполненная яйцами, называется цистой.

В цикле развития нематода имеет 4 личиночных стадии. Первая личиночная стадия протекает еще в яйцевой оболочке. После линьки из яйца выходит личинка второй стадии длиной 0,4–0,5 мм. Эта личинка инвазионная, подвижная, при благоприятных условиях она мигрирует из цисты и может инвазировать корень растения. Самый активный выход личинок из цист происходит под воздействием диффузатов корней картофеля. Прежде чем внедриться в корни, личинки задерживаются некоторое время в зоне мелких корневых волосков, которые они повреждают, делая многочисленные уколы. Выделения личинок стимулируют образование в корне нескольких гигантских клеток, которые имеют важную роль в питании нематод. После завершения второй стадии личинка утолщается и приобретает бутылковидную форму. Во время четвертой стадии личинки, которые превратятся в самок, еще более утолщаются, становятся раздутыми,

выходят наружу, оставаясь погруженными головным концом в ткани корней. Личинки, которые превратятся в самцов, во время четвертой стадии приобретают червеобразную форму. Выход шарообразных самок из ткани корня наружу сопровождается сильными разрывами его эпидермиса. Покровы самки вскоре начинают утолщаться и менять цвет. Вначале самки – белого, затем золотисто-желтого цвета. К осени самка отмирает, оболочка ее буреет, и она превращается в коричнево-бурую цисту, наполненную яйцами и личинками.

Жизненный цикл картофельной нематоды от личинки до стадии цист завершается к моменту уборки картофеля и составляет в зависимости от температуры 40–70 дней.

Выведение и внедрение в производство сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, устойчивых к вредным нематодам, наиболее перспективный и реальный путь снижения потерь урожая.

Сорт и гибрид остается самым эффективным, централизованным и наиболее доступным средством повышения величины, качества и надежности урожая, увеличения рентабельности в ЛПХ. Сорта с комплексной устойчивостью к болезням и вредителям, а также способностью противостоять абиотическим стрессам и техногенным факторам (удобрения, пестициды, мелиоранты) наиболее важны именно в ЛПХ, выращивание картофеля наиболее рискованно, а окупаемость затрат минимальна. С учётом природных особенностей нашей страны именно благодаря новым сортам и гибридам границы экономически оправданного возделывания многих культур приблизились к биологически возможным. В развитых странах уже сейчас вклад генетико-селекционных исследований в повышение урожая составляет 80–95%, а в России – около 60% [3].

Использование глобдероустойчивых сортов картофеля является одним из мощных рычагов, с помощью которых возможно многолетнее подавление численности ЗКН в почве и обеспечение эффективной защиты растений от них без массированного применения химических средств.

Применение противонематодных севооборотов более эффективно при использовании нематодоустойчивых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, которые не только дают хорошие урожаи на заражённых участках и полях, но и способствуют обеззараживанию почвы от фитогельминтов. В результате возделывания глобдероустойчивых сортов картофеля на полях, заражённых золотистой картофельной нематодой, наблюдали значительное снижение популяции возбудителя глобдероза: после первого года выращивания

число яиц и личинок в почве снизилось на 60–78%, после второго года – на 84–90%, после третьего – на 91–95% [1].

Быстрое снижение численности фитопаразита объясняется тем, что устойчивые сорта картофеля так же, как и восприимчивые, выделяют в почву вещества, стимулирующие выход личинок из цист. Привлекаемые этими выделениями, личинки проникают в корни устойчивых сортов, где погибают, не достигая половой зрелости. Отмечено, что в корнях устойчивых сортов только 2% личинок (от числа проникших) проходили весь цикл развития, причём в популяции формировались в основном самцы. В то время как в корнях восприимчивых сортов полный цикл развития проходили 96% проникших личинок.

В клетках нематодоустойчивых сортов картофеля образуются вещества, которые при внедрении нематод способствуют образованию вокруг головного конца личинок некротических клеток, тормозящих развитие нематод и приводящих их к гибели до окончания цикла развития. Некроз клеток является защитной реакцией растительного организма против картофельной нематоды, в результате которой накопление цист в почве прекращается.

Использование глободероустойчивых сортов в борьбе с золотистой картофельной нематодой зависит от уровня заражённости почвы личинками картофельной нематоды. В очагах с сильным уровнем заражённости применяют нематиды, непоражаемые сельскохозяйственные культуры, черный пар, а потом выращивают глободероустойчивые сорта.

В настоящее время в России районировано более 80 глободероустойчивых сортов и гибридов картофеля, из них 15 сортов отечественной селекции.

Решающим звеном в системе комплексных мероприятий по борьбе с золотистой картофельной нематодой является применение глободероустойчивых сортов и гибридов картофеля.

Материалы и методы. Прежде чем рекомендовать для ЛПХ какой-либо глободероустойчивый сорт картофеля, необходимо провести сравнительную оценку сортов в очаге глободероза. Этой цели служат демонстрационные опыты, которые позволяют выявить положительные и отрицательные стороны сортов и наглядно показать специалистам сельского хозяйства и населению преимущества нематодоустойчивых сортов.

Пример полевого испытания на устойчивость к ЗКН перспективных сортов картофеля в АПФК «Россия» Гусь-Хрустального района Владимирской области. Испытания проводили в условиях demonstra-

ционного полевого опыта. Предварительно выявили визуальным методом участок картофеля с сильным проявлением глободероза картофеля площадью более 1300 м² [2, 3].

Результаты исследований. Эффективно снижали численность золотистой картофельной нематоды в почве (более чем на 60%) глободероустойчивые сорта (Кристалл, Кардинал, Расинка, Пушкинец, Латона, Пригожий-2, Жуковский ранний, Импала, Дельфин, Фреско, Архидея, Санте, Десница, Скарб, Симфония, Леди Розетта, Пикассо, Ривьера, Аризона и др.) с мощной и разветвлённой корневой системой при выращивании на плодородной, лёгкой по механическому составу почве с внесением минеральных и органических удобрений, достаточной обеспеченностью почвенной влагой в течение мая и июня. Их выращивание приводило к снижению поражённости глободерозом и, соответственно, повышению урожайности картофеля.

Преимущества в продуктивности глободероустойчивых сортов и гибридов в очагах глободероза картофеля по сравнению с восприимчивыми сортами отражены в демонстрационных опытах (табл. 1).

С целью повышения эффективности обеззараживания почвы с помощью глободероустойчивых сортов и получения оптимальной урожайности картофеля в ЛПХ необходимо выполнять следующие мероприятия:

1. Осенью – зяблевая вспашка на глубину пахотного слоя. Весной на суглинистых почвах – культивация на глубину 12–14 см с одновременным боронованием. При поспевании нижележащего слоя почву обрабатывают на глубину 26–30 см плугом без отвалов, но с предплужниками. На участках с легкосуглинистой или супесчаной почвой после боронования разбрасывают органические удобрения и проводят глубокую безотвальную вспашку, а в засушливые годы – безотвальное рыхление на глубину не менее 14–16 см.
2. Картофель рекомендуется возделывать в противонематодном севообороте или плодосмене не ранее, чем третьей или четвертой культурой. Эффективность противонематодных севооборотов повышается при использовании органических и полной дозы азотных удобрений.
3. Для активизации деятельности хищных, паразитарных грибов и других антагонистов картофельных нематод необходимо вносить органические удобрения (навоз, торф, компост) в почву посадок картофеля.

Таблица 1

**Влияние золотистой картофельной нематоды на продуктивность
восприимчивого и глобдероустойчивых сортов картофеля**

№ п/п	СОРТ	Численность нематоды в 100 см ³ почвы						БЭ, %	Проявление глобдероза, балл	% стан- дартных клубней	Масса клубней на растение, г	Урожай- ность на 1 га, ц
		начальная		конечная		возросло в 6 раз						
		цист	яич и личинки	цист	яич и личинки							
1	Синеглазка (воспр.)	129	2298	201	13691		возросло в 6 раз	70	55,6	59	28,1	
2	Пригожий 2	128	2301	73	502		78,2	20	51,2	592	283,9	
3	Аризона	215	5875	198	562		90,4	42	81,2	559	266,19	
4	Арсенал	239	5431	134	402		92,6	31	92,9	491	233,7	
5	Роко	229	5879	176	431		92,7	40	93,0	592	281,9	
6	Экселенс	215	5875	144	417		92,9	21	62,0	700	333,1	
7	Пикассо	309	4519	179	244		94,6	9	97,5	706	335,95	
8	Импала	222	4991	169	175		96,5	16	86,8	440	209,4	
9	Кристалл	118	3827	42	363		90,5	44	50,5	497	238,7	

4. На легких почвах навоз или компост (не менее 50 т/га) вносят весной, на тяжелых – с осени. Минеральные удобрения вносят в рядки при посадке (2 ц/га нитрофоски или 1 ц/га гранулированного суперфосфата и 0,5 ц/га аммиачной селитры).

Растения картофеля требовательны к содержанию питательных веществ в почве. Урожай клубней (300 ц/га) вместе с ботвой выносит из почвы следующее количество питательных веществ: азота – 150 кг, фосфора (P_2O_5) – 60, калия (K_2O) – 240, кальция (CaO) – 90, магния (MgO) – 30 кг, марганца – 250 г, бора – 75 г и меди – 50 г. Внесение удобрений должно производиться с учетом агрохимического анализа почвы. Фосфорные и калийные удобрения вносят осенью, азотные – весной. Со 100 ц навоза почва получает до 15 кг азота, 6 кг фосфорной кислоты, 40 кг калия, 50 кг извести, 17 кг магния, 300 г марганца, 40 г меди и 50 г бора.

При внесении минеральных удобрений главное соблюдать оптимальное соотношение N:P:K для картофеля 1:1,5:2. Несбалансированное внесение минеральных удобрений приводит к нарушению плодородия почвы и снижению качества продукции из-за излишнего накопления нитратов и тяжелых металлов.

5. При подготовке к посадке желательно акклиматизировать и прорастить клубни, при обламывании ростков надо избегать конденсации влаги на клубнях.
6. Лучшими для посадки являются протравленные ТМТД или препаратом Максим клубни массой 60–100 грамм. Резать клубни не рекомендуется, так как из-за перезаражения растения могут погибнуть от грибных или бактериальных болезней. В результате в местах гибели кустов в почве сохранятся личинки картофельной нематоды.
7. Перед посадкой картофеля за 5–10 дней вносят перкальцит. Взаимодействуя с влагой почвы, препарат медленно, в течение 50–70 суток гидролизуется с образованием гидроксида кальция и атомарного кислорода. Его нематотические свойства проявляются через 5–10 дней. Норма расхода перкальцита: 200–300 г на 1 м². Способ внесения: препарат равномерно разбрасывается на поверхности участка и заделывается лопатой или граблями на глубину 10–15 см. Нежелательно вносить перкальцит в неувлажненную почву. Перкальцит в указанной выше дозе благоприятно воздействует на почвенный комплекс, повышает рН почвы, переводит в доступные для растений элементы минерального питания за счёт активизации микроорганизмов,

ферментов. Он подавляет патогенную микрофлору (возбудителей ризоктониоза, ооспороза, фомоза, мокрой и сухой гнили), отпугивает и снижает численность слизней и проволочников, способствует образованию биологически активных веществ, что приводит к повышению урожайности картофеля на 24–71%. Эта особенность перкальцита сохраняется в течение 2–3 лет после внесения препарата.

8. Посадку картофеля проводят в оптимальные сроки. В конкретных условиях ЛПХ посадку картофеля осуществляют при наступлении физической спелости почвы, то есть как только техника сможет хорошо работать. Увеличенная норма посадки картофеля – 60–65 тыс. клубней на гектар – способствует повышению эффективности обеззараживания почвы от ЗКН, но увеличивает количество нестандартных клубней. Глубина заделки клубней – 5–8 см в зависимости от механического состава почвы и особенностей сорта.
9. Агротехнически правильный уход за посевами даёт возможность лучшего развития корневой системы и проникновения корней в разные слои инвазированной почвы и, следовательно, эффективно обеззараживать почву от личинок картофельной нематоды.
10. Регулярное рыхление почвы в междурядьях и окучивание в период переувлажнения почвы будет обеспечивать доступ воздуха к вновь образовавшимся корням. В очагах глободероза картофеля необходимо бороться с сорняками, которые отнимают у растений воду и питательные элементы, поскольку у них корневая система формируется в поверхностном слое почвы.
11. Большинство зарубежных глободероустойчивых сортов очень чувствительны к фитофторозу, поэтому необходима максимально эффективная система защиты картофеля от фитофтороза растений и клубней.
12. Уборка картофеля в оптимальные сроки и хранение семенного материала нематодоустойчивых сортов с соблюдением всех мер предосторожности, исключающих возможность смешивания с клубнями восприимчивых сортов. В противном случае всю партию нельзя использовать в качестве противонематодного мероприятия на очагах глободероза.

Эффективность обеззараживания почвы с помощью нематодоустойчивых сортов возрастает, если почва в течение мая-июня имеет температуру 12–15 °С и влажность – 65–70% от полевой влагоемкости и,

соответственно, уменьшается, при сухой, холодной или переувлажненной почве.

В посевах нематодоустойчивых сортов не должно быть примесей восприимчивых сортов картофеля, которые могут поддерживать популяцию фитогельминта в очаге. С этой целью владельцы посадок картофеля должны выкапывать вместе с прикорневой почвой и уничтожать растения восприимчивых сортов во время цветения, а в период посадки и уборки удалять клубни других сортов.

Для того чтобы ликвидировать очаги золотистой картофельной нематоды с помощью глободероустойчивых сортов требуется 7–9 лет. Это объясняется тем, что при численности нематоды в почве более 30 тысяч яиц и личинок в 100 см куб. почвы цисты располагаются в горизонтах до 60 см. Личинки в цистах с глубины 40–60 см сохраняли жизнеспособность и инвазионность.

Заключение. Проведенные демонстрационные, производственные и полевые испытания глободероустойчивых сортов картофеля в условиях крестьянских и личных подсобных хозяйств, при различной технологии выращивания картофеля на почве, зараженной золотистой картофельной нематодой, с учетом биологической, хозяйственной и экономической эффективности, показали необходимость внедрения глободероустойчивых сортов картофеля в очагах глободероза (золотистой картофельной нематоды) в ЛПХ.

Литература

1. *Сухорева Р.Д., Бабич А.Г., Бабич О.А.* Глободероз картофеля. Киев: ЦП «Компринт». 2015. 526 с.
2. *Шестеперов А.А.* Рекомендации по определению плотности популяций картофельных глободер в почве // Тр. Всеросс. ин-та гельминтологии. 2003. Т. 39. С. 401-412.
3. *Шестеперов А.А.* и др. Создание нематодоустойчивых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур: учеб. пособие. М.: РГАЗУ, 2004. 97 с.

References

1. Sukhoreva R.D., Babich A.G., Babich O.A. Globoderosis of potatoes. Kiev: Comprint CPU, 2015. 526 p.
2. Shesteperv A.A. Guidelines for determination of density of populations of potato Globodera in the soil. *Proc. All-Russian helminthology Institute.* 2003; 39: 401-412. (In Russ.)
3. Shesteperv A.A. at al. Creation of nematode-resistant varieties and hybrids of agricultural crops: Textbook. RGAZU. Moscow, 2004. 97 p. (In Russ.)