

ИНСЕКТИЦИДЫ ДЛЯ БОРЬБЫ С ТЛЯМИ-ПЕРЕНОСЧИКАМИ ВИРУСОВ НА КАРТОФЕЛЕ

М.Н. Шорохов^{1,2}, кандидат биологических наук,
О.В. Долженко¹, кандидат биологических наук,
В.И. Долженко¹, академик РАН

¹Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений,
 196608, Санкт-Петербург-Пушкин, ш. Подбельского, 3
²ООО «Инновационный центр защиты растений»,
 196607, Санкт-Петербург-Пушкин, ул. Пушкинская, 20, лит. А
 E-mail: deim1989@yandex.ru

Исследования проводили с целью оценки биологической эффективности препаратов против тли и их токсической нагрузки на окружающую среду для определения возможности применения этих средств защиты растений в сельскохозяйственном производстве. Работу проводили в Северо-Западном регионе РФ в 2017–2020 гг. Изучали препараты Кунгфу Супер, КС (106 г/л лямбда-цигалотрина + 141 г/л тиаметоксама) в норме 0,15 л/га, Цепеллин Эдванс, КЭ (50 г/л лямбда-цигалотрина) – 0,2 л/га, а также два инсектицида, которые еще не разрешены к применению на картофеле, на основе тиаклоприда (480 г/л) в нормах 0,1 л/га и 0,15 л/га – препарат 1, КС и малатиона (570 г/л) в норме 1,5 л/га – препарат 2, КЭ. Эталомами выступали инсектициды, включенные в каталог, разрешенные к применению на посадках картофеля против тлей, в период проведения исследований. Биологическая эффективность исследуемых препаратов находилась в пределах от 75 до 100 %. Они обеспечивали эффективную защиту картофеля от тлей и могут быть рекомендованы к применению после включения в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению.

INSECTICIDES FOR CONTROLLING APHIDS THAT CARRY VIRUSES ON POTATOES

Shorokhov M.N.^{1,2}, **Dolzhenko O.V.**¹, **Dolzhenko V.I.**¹

¹All-Russian Research Institute for Plant Protection,
 196608, St. Peterburg-Pushkin, sh. Podbel'skogo, 3
²ООО «Innovation Center for Plant Protection»,
 196607, St. Peterburg-Pushkin, ul. Pushkinskaya, 20, lit. A
 E-mail: deim1989@yandex.ru

The purpose of the research was to obtain data on the biological effectiveness of the studied drugs, to assess their toxic load, as well as to conclude that it is advisable to include the drugs in the catalog of pesticides and agrochemicals. The work was carried out in the North-Western region of the Russian Federation in 2017–2020. We studied preparations of Kungfu Super, CS (106 g/l lambda-cyhalothrin + 141 g/l thiamethoxam) at a rate of 0.15 l/ha, Tseppelin Advans, CE (50 g/l lambda-cyhalothrin) at a rate of 0.2 l/ha and insecticides based on thiacloprid (480 g/l) at a rate of 0.1 l/ha and 0.15 l/ha – preparation 1, CS and malathion (570 g/l) in the norm of 1.5 l/ha is a preparation of 2, CE, which are not yet allowed for use on potatoes. The standards were the insecticides included in the catalog, allowed for use on potato plantings against aphids. The biological effectiveness of the studied drugs was in the range from 75 to 100%. The studied preparations provide effective protection of potatoes from aphids and can be recommended for use if these preparations are available in the State Catalog of Pesticides and Agrochemicals allowed for use on the territory of the Russian Federation.

Ключевые слова: картофель, инсектициды, тли-переносчики вирусов, опрыскивание

Key words: potato, insecticides, aphids-vectors of viruses, spraying

Тли не оказывают значительного повреждающего воздействия на растения картофеля. Однако при питании они переносят ряд возбудителей вирусных болезней, что наносит огромный ущерб семеноводству культуры [1, 2, 3]. В Северо-Западном регионе РФ в посадках картофеля наиболее распространены такие виды тли, как персиковая, крушинная, крушинниковая, обыкновенная картофельная [4, 5, 6] и большая картофельная [7].

Мероприятия по защите агроценозов картофеля от тли предусматривают соблюдение севооборота, выбор оптимального срока посадки, размещение посадок вблизи резерваций энтомофагов, борьба с сорняками на полях и окружающей территории, создание упреждающих приманочных посадок картофеля, удаление растительных остатков после уборки, применение инсектицидов при превышении экономического порога вредоносности (ЭПВ) [8, 9, 10].

Необходимо отметить, что на семенных посадках картофеля не допускается появление даже единичных особей тлей. Однако добиться этого трудно, так как

вредитель может располагаться в самых разнообразных местах [11].

На 2020 г. к применению на территории Российской Федерации (*Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации и дополнения к нему. М., 2020. 826 с.*) разрешены препараты 43 наименований на основе действующих веществ из 3 химических классов и их комбинированных вариаций. Сочетание в одном препарате различных действующих веществ – одно из основных направлений расширения ассортимента средств защиты растений [12, 13]. К числу фосфорорганических соединений (ФОС), например, можно отнести действующее вещество малатион. Препаратов на основе пиретроидов, разрешенных к применению в борьбе с тлями на территории РФ, меньше, чем инсектицидов, содержащих фосфоорганические соединения, но по числу действующих веществ они лидируют. Их особенность – более низкие нормы применения. Неоникотиноиды характеризуются низкой и средней токсичностью для теплокровных и высоко

токсичны для вредителей. Кроме того, они обладают трансламинарными и системными свойствами [14].

Цель исследований – оценка биологической эффективности и токсической нагрузки исследуемых препаратов на окружающую среду для определения целесообразности их включения в каталог пестицидов и агрохимикатов.

Методика. Исследования по определению биологической эффективности и регламентов применения инсектицидов проводили в вегетационные сезоны 2018–2020 гг. В опытах применяли препараты Кунгфу Супер, КС (106 г/л лямбда-цигалотрина + 141 г/л тиаметоксама) в норме 0,15 л/га, Цепеллин Эдванс, КЭ (50 г/л лямбда-цигалотрина) в норме 0,2 л/га (в годы проведения исследований не входил в каталог разрешенных к применению), а также два препарата, не включенных в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов: первый – с содержанием 480 г/л тиаклоприда, КС в нормах 0,1 и 0,15 л/га (препарат 1); второй – 570 г/л малагиона, КЭ в норме 1,5 л/га (препарат 2).

Малатион (класс – фосфорорганические соединения) под влиянием окислителей превращается в малаоксон, активность которого выше, чем у исходного действующего вещества. Это обуславливает высокую токсичность действующего вещества для насекомых [14].

Лямбда-цигалотрин (класс – пиретроиды) воздействует на обмен кальция. Отравление насекомого проявляется в сильном возбуждении и поражении двигательных центров [15, 16].

Циперметрин (класс – пиретроиды) проникает внутрь организма насекомого и связывается со стороны внутренней створки натриевого канала нервных клеток

с липофильным окружением мембраны. В итоге происходит деполяризация мембраны и существенное замедление открытия/закрытия натриевого канала, что сильно сказывается на прохождении нервных импульсов [17].

Тиаклоприд (класс – неоникотиноиды) воздействует на постсинаптические никотиновые ацетилхолиновые рецепторы центральной нервной системы насекомых. В конечном итоге это приводит к нарушению передачи нервных импульсов, развитию паралича и гибели [18].

Тиаметоксам (класс – неоникотиноиды) поглощается растениями и передвигается по ним, при проникновении в организм насекомого воздействует на никотиново-ацетилхолиновые рецепторы нервной системы [19].

Все учеты и наблюдения проводили по общепринятым методикам [20, 21]. В контроле инсектициды не применяли. В качестве эталонов использовали препараты, разрешенные в период исследований к использованию на территории Российской Федерации и демонстрирующие высокую биологическую эффективность против вредителя. В наших опытах это были Каратэ Зеон, МКС (50 г/л), Данадим Эксперт, КЭ (400 г/л), Бискайя, МД (240 г/л).

Исследования выполняли на сортах Удача (2017, 2018 гг.), Гала (2019 г.), Ред Скарлет (2020 г.) в Ленинградской области на полях семеноводческого хозяйства Славянка-М (Гатчинский район). Почва дерново-подзолистая, по механическому составу среднесуглинистая, содержание гумуса в слое 0...20 см – 3,5 %, рН – 5,5 ед. Опрыскивание осуществляли ручным опрыскивателем «Solo» в период вегетации при достижении экономического порога вредоносности.

Табл. 1. Биологическая эффективность инсектицидов в борьбе с тлями (сем. *Aphididae*) на картофеле

Вариант	Норма применения препарата, л/га, кг/га	Год	Среднее число тлей/100 листьев по суткам учетов после обработки				Биологическая эффективность, %		
			до обработки	3	7	14	3	7	14
Кунгфу Супер, КС (106+141 г/л)	0,15	2017	0,3	0,3	0,3	0	75	100	100
		2018	0,3	0	0	0	100	100	100
Каратэ Зеон, МКС (50 г/л) *	0,2	2017	0,3	0	0	0	100	100	100
		2018	0,3	0	0	0	100	100	100
		2019	0,5	0	0	0	100	100	100
Цепеллин Эдванс, КЭ (50 г/л)	0,2	2018	1,5	0	0	0	100	100	100
		2019	0,8	0	0	0	100	100	100
Малатион, КЭ (570 г/л)	1,5	2018	0,3	0	0	0	100	100	100
		2019	0,5	0	0	0	100	100	100
Данадим Эксперт, КЭ (400 г/л) *	2,25	2018	0,3	0	0	0	100	100	100
		2019	0,3	0	0	0	100	100	100
Тиаклоприд, КС (480 г/л)	0,1	2019	0,5	0,3	0	0	75	100	100
			0,3	0	0	0	100	100	100
	0,15	2020	0,3	0	0	0	75	100	100
			0,3	0	0	0	100	100	100
Бискайя, МД (240 г/л) *	0,3	2020	0,3	0	0	0	100	100	100
			0,3	0	0	0	100	100	100
			0,3	0	0	0	100	100	100
			0,3	0	0	0	100	100	100
Контроль		2017	0,8	0,5	0,8	0,3	-	-	-
		2018	0,8	1,0	0,5	0,5	-	-	-
		2019	1,3	1,3	0,8	0,5	-	-	-
		2020	0,8	1,3	0,8	0,8	-	-	-

*эталон

Для характеристики изучаемых инсектицидов определяли их токсическую нагрузку. Ее расчет проводили по методике, предложенной Фадеевым (1988), которая предусматривает определение токсической нагрузки как частное от деления рекомендуемой нормы применения препарата (мг д.в./га) на полулетальную дозу (ЛД₅₀) для теплокровных (мг/кг).

По величине этого показателя все препараты можно разделить на 4 группы:

малоопасные – токсическая нагрузка не превышает 100 полулетальных доз на 1 га

умеренно опасные – от 100 до 1000 полулетальных доз на 1 га;

опасные – от 1000 до 10 000 полулетальных доз на 1 га;

особо опасные – более 10 000 полулетальных доз на 1 га.

В 2017 г. 3-я декада мая, июнь и 1-я декада июля характеризовались более низкими температурными показателями, по сравнению с нормой. Например, в третьей декаде июля температура составила 14,8 °С против 17,3 °С по многолетним наблюдениям. В 2018 г. температура воздуха была выше нормы. Например, во второй декаде июля зафиксирована температура 22,3 °С против 17,8 °С по многолетним наблюдениям. В 2019 г. отмечали низкое количество осадков и влажность воздуха. Так, в июле выпало 15,4 мм дождей против 22,1 мм по средним многолетним данным. Вторая декада июля 2020 г. была засушливая, а также характеризовалась низкой влажностью воздуха. Выпало 5,3 мм осадков против 21,2 мм по средним многолетним показателям. В остальное время метеословия вегетационного сезона были близки к средним многолетним показателям.

Результаты и обсуждение. В связи с неблагоприятной для развития вредителя погодой в период проведения исследований наблюдали кратковременное заселение растений картофеля тлями. В 2017 г. в контрольном варианте (без применения инсектицидов) отмечено нарастание численности вредителя к 7 суткам после обработки защитными препаратами в остальных вариантах, к 14 суткам она снижалась, а на 21 сутки вредитель отсутствовал на всех делянках. На этом фоне биологическая эффективность Кунгфу Супер, КС (106+141 г/л) в норме 0,15 л/га против тлей – переносчиков вирусов составила 75,0...100,0 %, что соответствовало варианту с эталоном Каратэ Зеон, МКС (50 г/л) в норме 0,2 л/га (табл. 1).

В 2018 г. в контроле отмечено нарастание численности вредителя к 3 суткам после проведения обработки, затем она установилась на уровне в среднем 0,5 тлей/100 листьев. Как и в 2017 г., к 21 суткам после обработки отмечено полное исчезновение вредителя на всех без исключения делянках опыта. Применение инсектицидов Кунгфу Супер, КС в норме 0,15 л/га и Цепеллин Эдванс, КЭ в норме 0,2 л/га снижало численность вредителя на 100 % при всех учетах, что находилось на уровне эталонного препарата Каратэ Зеон, МКС (50 г/л). Аналогичную биологическую эффективность продемонстрировали исследуемый препарат 2 на основе действующего вещества малатион, КЭ (570 г/л) в норме применения 1,5 л/га и эталонный препарат Данадим Эксперт, КЭ (400 г/л).

В 2019 г. в контроле отмечено снижение численности тли к 14 суткам после обработки в остальных вариантах, в дальнейшем вредителя не наблюдали. Препарат 2 на основе действующего вещества малатион, КЭ (570 г/л) в норме 1,5 л/га снижал численность тлей

на 100 %. В варианте с применением препарата 1, содержащего тиаклоприда, КС (480 г/л), в норме 0,1 л/га на 3 сутки после обработки биологическая эффективность была равна 75,0 %, в последующие учеты – 100 %. При его использовании в норме 0,15 л/га отмечено 100 %-ное снижение численности вредителя независимо от сроков проведения учетов. Биологическая эффективность этих инсектицидов находилась на уровне эталона (Данадим Эксперт, КЭ (400 г/л) в норме 2,25 л/га). Цепеллин Эдванс, КЭ (50 г/л) в норме 0,2 л/га защищал посадки картофеля от тлей на 100 %, что соответствует биологической эффективности эталонного препарата Каратэ Зеон, МКС (50 г/л) в норме 0,1 л/га.

В 2020 г. в контроле отмечено снижение численности вредителя к последнему сроку учетов, а к 21 суткам после обработки полное исчезновение вредителя на всех без исключения делянках. Препарат 1 на основе тиаклоприда, КС (480 г/л) в исследуемых нормах снижал численность вредителя на 75...100 %, что находилось на уровне эталонного варианта с инсектицидом Биская, МД (240 г/л) в норме 0,3 л/га.

Наибольшая токсическая нагрузка отмечена при использовании препаратов из химического класса фосфорорганических соединений (табл. 2). Это можно объяснить повышенной, по сравнению с другими изученными инсектицидами, нормой применения.

У препаратов из химического класса пиретроидов токсическая нагрузка составила 148,1 ЛД₅₀/га. Наименьшей она была у инсектицидов химического класса неоникотиноидов (75...112,5 ЛД₅₀/га), что значительно ниже, чем у фосфорорганических соединений и комбинированных препаратов.

Комбинированный препарат Кунгфу Супер, КС по величине этого показателя был ближе к пиретроидам и неоникотиноидам, которые входят в его состав. При этом токсическая нагрузка Кунгфу Супер, КС несомненно выше, чем у других изученных одноклассовых препаратов химического класса пиретроидов, что можно объяснить повышенным содержанием лямбда-цигалотрин.

Табл. 2. Экотоксикологические показатели препаратов

Препарат	Норма применения препарата, л/га,	ЛД ₅₀ для крыс, мг/кг	Токсическая нагрузка
Фосфорорганические соединения			
Препарат 1 (малатион, КЭ, 570 г/л)	1,5	3437,5	248,7
Данадим Эксперт, КЭ (400 г/л)	2,25	387	2325,6
Пиретроиды			
Каратэ Зеон, МКС (50 г/л) Цепеллин Эдванс, КЭ (50 г/л)	0,2	67,5	148,1
Неоникотиноиды			
Препарат 2 (тиаклоприд, КС, 480 г/л)	0,1	640	75
	0,15		112,5
Биская, МД (240 г/л)	0,3	640	112,5
Комбинированные препараты			
Кунгфу Супер, КС (106 г/л+141 г/л)	0,15	1563+67,5	249,1

Таким образом, на основании результатов исследований можно сделать вывод, что все изученные препараты демонстрируют высокую биологическую эффективность против тлей – переносчиков вирусов и способны обеспечить защиту культуры от этих вредителей, что особенно важно для семеноводческих посадок.

По величине токсической нагрузки на единицу площади изученные препараты можно расположить в следующий ряд: Препарат 1 (малатион, 570 г/л), КЭ, Цепеллин Эдванс, КЭ (50 г/л) – Препарат 2 (тиаклоприд, 480 г/л), КС. Комбинированный препарат Кунгфу Супер, КС, в состав которого входят тиаметоксам и лямбда-цигалотрин по величине этого показателя ближе к пиретроидам.

Все изученные препараты можно рекомендовать к применению на посадках картофеля семеноводческого направления, после проведения процедуры государственной регистрации и включения в Государственные каталоги пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. При этом по показателю токсической нагрузки приоритет имеют представители химического класса неоникотиноидов.

Литература

1. Жукова М.И. Тли на картофеле в Беларуси и средства борьбы с ними // Ахова Раслін. 2000. № 4. С. 16–18.
2. Синцова Н. Ф., Сергеева З. Ф., Осипова Т. А. Динамика лета тлей – переносчиков вирусных болезней картофеля // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: школа молодых ученых по эколого-генетич. основам сев. растениеводства в рамках III Междунар. науч.практ. конф. / Киров: Зонал. науч.исслед. ин-т сельского хоз-ва Северо Востока им. Н. В. Рудницкого, 2017. С. 148–152.
3. Анисимов Б. В. Фитопатогенные вирусы и их контроль в системе семеноводства: практическое руководство. М.: «Росиформагротех», 2004. 80 с.
4. Замалиева Ф. Ф. Борьба с вирусными болезнями картофеля // Защита и карантин растений. 2013. №3. 17–21.
5. Созонов А. Н. Вирус Y картофеля в Северо-Западном регионе РФ: распространение, штаммовый состав и профилактика вызываемых им заболеваний: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. СПб., 2005. 19 с.
6. Анисимов Б. В. Вирусные болезни и их контроль в семеноводстве картофеля // Защита и карантин растений. 2010. №5. С. 12–18.
7. Remaudiere G., Remaudiere G., Fernandez M. V. S. Claves de pulgones alados de la region mediterranea. Monteleon : Universidad de Leon, 1990. 208 p.
8. Syller J. Potato leafroll virus (PLRV): its transmission and control // Integrated Pest Management Reviews. 1996. Vol. 1. P. 217–227
9. Schepers, A. Chemical control. Aphids: Their Biology, Natural Enemies and Control // A. Sshepers. 1987. Vol. 2. P. 89–121.
10. Perring T., Gruenhagen N., Farrar C. Management of plant viral diseases through chemical control of insect vectors // Annual Review of Entomology. 1999. Vol. 44. P. 457–481.
11. Margaritopoulos J. T., Kati A. N., Voudouris C. Ch. Long-term studies on the evolution of resistance of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) to insecticides in Greece // Bulletin of entomological Research. 2021. Vol. 111. No. 1. URL: <https://www.cambridge.org/core/journals/bulletin-of-entomological-research/article/abs/longterm-studies-on-the-evolution-of-resistance-of-myzus-persicae-hemiptera-aphididae-to-insecticides-in-greece/6684BB03F98ACA7C1508EAA638C2455A> doi: 10.1017/S0007485320000334
12. Эффективность комбинированного инсектицида БОРЕЙ Нео на картофеле / О.В. Долженко, М.Н. Шорохов, О.В. Кривченко и др. // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения: научные труды международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава. С-Пб.: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2017. С. 50–52.
13. Шорохов М.Н., Кривченко О.А. Современный ассортимент инсектицидов для защиты картофеля от колорадского жука // Материалы международной научно-практической конференции «Современные технологии и средства защиты растений - платформа для инновационного освоения в АПК России». СПб-Пушкин: ВИЗР, 2018. С. 167–169.
14. Грапов А. Ф. Химические средства защиты растений XXI века: Справочник. М.: ВНИИХСЗР, 2006. 401 с
15. Ассортимент средств защиты растений. Часть 1. Инсектициды, акарициды, фунгициды / под ред. В.И. Долженко СПб.: ВИЗР, 2001. 76 с.
16. Мельников Н. Н., Новожиллов К. В., Белан С. Р. Пестициды и регуляторы роста растений: справочник. М.: Химия, 1995. 575 с.
17. Ткачев А.В. Пиретроидные инсектициды – аналоги природных защитных веществ растений // Соровский образовательный журнал. 2004. Т. 8. №2. С. 56–63.
18. Еремينا О.Ю., Лопатина Ю.В. Перспективы применения неоникотиноидов в сельском хозяйстве России и сопредельных стран // Агрохимия. 2005. №6. С. 87–93.
19. Петрова Т.М., Смирнова И.М. Определение инсектицида тиаметоксама в растительном материале и почве // Агрохимия. 2006. №4. С.84–89.
20. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве / под ред. В.И. Долженко. СПб.: Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений РАС-ХН, 2009. 320 с.
21. Методические указания по регистрационным испытаниям пестицидов в части биологической эффективности. Общая часть / под ред. В.И. Долженко, В.Н. Ракитского. М.: Минсельхоз России, 2018. 56 с.

Поступила в редакцию 14.05.2021.

После доработки 26.06.2021

Принята к публикации 13.08.2021