

УДК 632.951.2:633.491:632.76

НОВЫЕ КОМБИНИРОВАННЫЕ ПРЕПАРАТЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА

© 2023 г. М. Н. Шорохов^{1,2,*}, О. А. Кривченко^{1,2}, О. В. Долженко¹

¹«Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»

196608 Санкт-Петербург–Пушкин, ш. Подбельского, 3, Россия

²ООО «Инновационный центр защиты растений»

196607 Санкт-Петербург–Пушкин, Пушкинская ул., 20, лит. А, пом. 7-Н, Россия

*E-mail: shorochov@iczr.ru

Поступила в редакцию 28.06.2022 г.

После доработки 19.07.2022 г.

Принята к публикации 15.09.2022 г.

Представлены результаты оценки биологической эффективности комбинированного инсектицида Эфория, КС (тиаметоксам 141 г/л + лямбда-цигалотрин 106 г/л) и инсектоfungицида Вайбранс Топ, КС (тиаметоксам 262.5 г/л + флудиоксанил 25 г/л + седаксан 25 г/л) и экотоксикологические показатели этих препаратов. На основании полученных данных сделан вывод о целесообразности использования данных препаратов в системах защиты картофеля от колорадского жука в соответствии с установленными регламентами применения при условии наличия данных препаратов в «Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации».

Ключевые слова: колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say), ассортимент инсектицидов, инсектицид, комбинированный препарат, инсектоfungицид.

DOI: 10.31857/S0002188122120122, EDN: SPWZGY

ВВЕДЕНИЕ

Картофель по праву считается вторым хлебом. Его клубни являются незаменимым продуктом питания, а также сырьем для пищевой промышленности [1]. Для получения высокого и качественного урожая необходимо поддерживать потенциальную продуктивность культуры, которая может быть снижена вследствие деятельности вредных организмов.

Среди многолетних вредителей особо опасными являются проволочники – личинки жуков-щелкунов и подгрызающие совки. Семенным посевам вред наносят тли, переносящие вирусную инфекцию. Однако одним из наиболее ярких и общеизвестных примеров вредоносных видов насекомых, ныне отнесенным к числу вредителей-супердоминантов, справедливо считают колорадского жука – *Leptinotarsa decemlineata* Say [2]. Он причиняет вред картофелю в течение всего вегетационного периода. Вредят как имаго, так и личинки. Повреждения выражаются в грубом объедании листьев вплоть до сквозных дыр. Наиболее опасен вредитель в период бутонизации и цветения. Именно в этот период растение начи-

нает формировать клубни и даже небольшое снижение листовой поверхности отрицательно сказывается на процессе их формирования [3].

К защитным мероприятиям с данным вредителем относятся: севооборот и пространственная изоляция посадок от мест прошлогоднего выращивания, другие агротехнические приемы такие как междурядная обработка почвы, удаление ботвы перед уборкой, а также вспашка, выращивание устойчивых сортов картофеля, чередование обработок биологическими и химическими препаратами из разных классов при достижении вредителем экономического порога вредоносности (ЭПВ).

Современный ассортимент химических средств защиты картофеля от колорадского жука разнообразен. В нем представлены препараты на основе 6-ти химических классов, а также комбинаций действующих веществ разных классов причем не только с инсектицидной, но и фунгицидной активностью. Препараты применяют различными способами, и они имеют разные препаративные формы. Это многообразие достигается путем постоянной модернизации и эволюции ассортимента средств защиты растений [4, 5], в том числе

за счет исследований в области установления биологической эффективности комбинированных препаратов и инсектофунгицидов. Цель работы – изучение эффективности применения новых комбинированных препаратов для защиты картофеля от колорадского жука.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В 2019 и 2020 гг. были проведены полевые исследования биологической эффективности комбинированного инсектицида Эфория, КС (тиаметоксам 141 г/л + лямбда-цигалотрин 106 г/л) и инсектофунгицида Вайбранс Топ, КС (тиаметоксам 262.5 г/л + флудиоксанил 25 г/л + седаксан 25 г/л) в борьбе с колорадским жуком на базе Центра биологической регламентации использования пестицидов Всероссийский НИИ защиты растений и ООО “Инновационный центр защиты растений” в соответствии с Методическими указаниями по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве [6], а также Методическим указаниям по регистрационным испытаниям пестицидов в части биологической эффективности. Общая часть (2018 г.) [7].

Использовали следующие сорта картофеля: Удача (2019 г.) и Колобок (2020 г.) в Нижегородской области на базе Нижегородского научно-исследовательского института сельского хозяйства.

Схема опыта с препаратом Эфория: Эфория, КС (106 + 141 г/л) в нормах применения 0.15, 0.2 и 0.25; Борей, СК (150 + 50 г/л) – эталонный препарат в норме 0.12 л/га; контроль без обработки.

Схема опыта с препаратом Вайбранс Топ: Вайбранс Топ, КС (262.5 + 25 + 25 г/л) в нормах применения 0.4, 0.5, 0.6, 0.7 л/т; Престиж, КС (140 + 150 г/л) – эталонный препарат в норме 1.0 л/т; контроль без обработки.

Способ применения: для препарата Эфория, КС – опрыскивание в период вегетации; Вайбранс Топ, КС – обработка клубней.

Биологическую эффективность препарата определяли по снижению численности личинок колорадского жука относительно исходной с поправкой на контроль, рассчитывали по формуле Хендерсона–Тилтона (для способа опрыскивания в период вегетации), а также по снижению численности личинок относительно контроля и рассчитывали по формуле Аббота (для способа обработки клубней).

Статистическую обработку данных проводили по [8] и с помощью программы Statistika 6.0 для Windows.

Ниже приведены механизмы действия веществ с инсектицидной активностью, входящих в состав изученных препаратов. Лямбда-цигалотрин воздействует на обмен кальция в синапсах и натрий-калиевых каналах, тем самым нарушает функцию нервной системы. Это приводит к значительному избыточному выделению ацетилхолина при прохождении нервного импульса. Отравление проявляется в поражении двигательных центров и сильном возбуждении [9].

Тиаметоксам воздействует на нервную систему насекомых, в частности, на никотиново-ацетил-холиновые рецепторы [10, 11].

Имидаклоприд (входит в состав эталонного препарата) связывается с постсинаптическими никотиновыми ацетилхолиновыми рецепторами нервной системы насекомых, в результате чего у них развивается паралич [12].

В рамках проведения экотоксикологической оценки изученных препаратов определяли их токсическую нагрузку. Ее расчет проводили по методике, предложенной в [13], которая предусматривает определение токсической нагрузки как частное от деления рекомендуемой нормы применения препарата (мг д.в./га) на полулетальную дозу (LD_{50}) 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 10000 полулетальных доз на 1 га; особо опасные – >10000 полулетальных доз на 1 га.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Прохладная погода в первой половине лета 2019 г. оказала влияние на развитие колорадского жука, его вредоносность была на уровне ЭПВ и проявлялась в очагах. Первые личинки появились в середине июля с 10–12-суточным отставанием от обычных сроков, они заселили в среднем 11.5% растений.

Обработку опытных делянок провели 15 июля при средней численности 16.5–20.6 личинки/растение (ЭПВ = 10–20 личинок/растение при заселении 10% растений).

Учеты, проведенные на 3 и 7 сутки после обработки, показали 100%-ную эффективность инсектицида Эфория, КС (141 + 106 г/л). Во всех вариантах с разными нормами применения вредитель отсутствовал, тогда как в контроле насчитывали 18.5–21.5 личинки/растение.

Таблица 1. Биологическая эффективность инсектицида Эфория, КС (141 + 106 г/л) в борьбе с колорадским жуком на картофеле (Нижегородская обл., 2019–2020 гг.)

Вариант	Норма применения препарата, л/га	Среднее число личинок/растение				Снижение численности личинок относительно исходной с поправкой на контроль, время (сут) учетов после обработки, %		
		до обработки	после обработки, время (сут) учетов			3-и	7-е	14-е
			3-и	7-е	14-е			
2019 г.								
Эфория, КС (141 + 106 г/л)	0.15	17.5	0	0	0.9	100	100	89.8
	0.2	16.5	0	0	0	100	100	100
	0.25	19.5	0	0	0	100	100	100
Борей, СК (150 + 50 г/л)*	0.12	17.7	0	0	0.6	100	100	94.2
Контроль	—	20.6	21.5	18.5	9.7	—	—	—
<i>HCP</i> ₀₅	—	6.6	2.3	1.8	1.5	—	—	—
2020 г.								
Эфория, КС (141 + 106 г/л)	0.15	27.1	0	0	0	100	100	100
	0.2	26.4	0	0	0	100	100	100
	0.25	27.4	0	0	0	100	100	100
Борей, СК (150 + 50 г/л)*	0.12	25.7	0	0	0	100	100	100
Контроль	—	28.6	32.3	27.6	17.3	—	—	—
<i>HCP</i> ₀₅	—	6.7	4.6	4.8	2.0	—	—	—

*Эталон.

На 14-е сут после обработки отмечено появление единичных личинок колорадского жука только в вариантах опыта с инсектицидом Эфория, КС (141 + 106 г/л) в норме применения 0.15 л/га (0.9 личинки/растение) и эталонным препаратом в норме 0.12 л/га (0.6 личинки/растение). В вариантах с изученным инсектицидом в нормах 0.2 л/г и 0.25 л/га вредитель отсутствовал.

На фоне снижения численности вредителя в контроле до 9.7 личинки/растение биологическая эффективность изученного препарата составила 89.8% (0.15 л/га) и 100% (0.2 и 0.25 л/га), эталона — 94.2%. Все варианты опыта с применением препарата достоверно отличались от контроля (табл. 1).

В вегетационном сезоне 2020 г. преобладала очень теплая погода, которая способствовала развитию колорадского жука и проявлению его вредности, численность личинок на опытных делянках была выше ЭПВ. Обработку картофеля провели 27 июня при средней численности 25.7–28.6 личинки/растение и заселении более 25% растений (ЭПВ = 10–20 личинок/растение при заселении 10% растений).

Учеты на 3–7–14-е сут после обработки показали 100%-ную эффективность изученного инсектицида Эфория, КС (141 + 106 г/л) во всех нормах его применения, сравнимую с эталонным препаратом Борей, СК (150 + 50 г/л) в норме 0.12 л/га. На контрольных делянках численность вредителя в течение первой недели менялась в пределах 27.6–32.3 личинки/растение, к концу 2-й недели снизилась за счет личинок, ушедших на окукливание. Варианты опыта с препаратами достоверно отличались от контроля (табл. 1).

В 2019 г. на делянках с инсектофунгицидом Вайбранс Топ, КС (262.5 + 25 + 25 г/л) первые личинки колорадского жука были обнаружены спустя 3 сут после появления их в контроле — заселенными оказались растения в вариантах с нормами применения 0.4 л/т и 0.5 л/т, снижение численности вредителя относительно контроля составило 88.8 и 91.9% соответственно. Биологическая эффективность исследованного инсектофунгицида в нормах применения 0.6 и 0.7 л/т, а также эталона была на уровне 100%.

Таблица 2. Биологическая эффективность инсектоfungицида Вайбранс Топ, КС (262.5 + 25 + 25 г/л) в борьбе с колорадским жуком на картофеле Нижегородская область, 2019–2020 гг.

Вариант	Норма применения препарата, л/га	Среднее число личинок на растение после появления личинок в контроле, время (сут) учетов			Снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль, время (сут) учетов после обработки, %		
		3-и	7-е	14-е	3-и	7-е	14-е
2019 г.							
Вайбранс Топ, КС (262.5 + 25 + 25 г/л)	0.4	2.4	3.4	1.9	88.8	81.8	79.9
	0.5	1.7	2.5	1.5	91.9	86.5	84.5
	0.6	0	1.6	1.0	100	91.2	89.7
	0.7	0	1.1	0.5	100	94.3	94.9
Престиж, КС (140 + 150 г/л)*	1.0	0	2.8	2.1	100	84.9	78.4
Контроль	–	21.5	18.5	9.7	–	–	–
<i>HCP</i> ₀₅	–	2.7	2.4	1.7	–	–	–
2020 г.							
Вайбранс Топ, КС (262.5 + 25 + 25 г/л)	0.4	0	4.9	6.9	100	82.4	60.3
	0.5	0	3.7	5.8	100	86.5	66.2
	0.6	0	3.2	4.4	100	88.5	74.6
	0.7	0	2.3	4.1	100	91.6	76.3
Престиж, КС (140 + 150 г/л)*	1.0	0	3.1	4.3	100	88.7	75.4
Контроль	–	32.3	27.6	17.3	–	–	–
<i>HCP</i> ₀₅	–	4.1	4.6	2.8	–	–	–

*Эталон.

На 7-е сут обнаружены единичные личинки уже во всех вариантах с препаратами, тогда как в контроле их численность снизилась. Биологическая эффективность инсектоfungицида Вайбранс Топ, КС (262.5 + 25 + 25 г/л) составила 81.8% (0.4 л/т), 86.5% (0.5 л/т), 91.2% (0.6 л/т) и 94.3% (0.7 л/т). Эталонный препарат наиболее соответствовал вариантам с опытным препаратом в нормах применения 0.4 и 0.5 л/т.

К 14-м сут после появления личинок в контроле, часть личинок старших возрастов переместилась на соседние кусты картофеля, часть личинок, закончивших развитие, обнаружена на поверхности почвы, часть – ушла в почву на окукливание. На контрольных делянках насчитывалось в среднем 9.7 личинки/растение, на опытных – варьировала от 0.5 до 2.1 личинки/растение. Инсектоfungицид Вайбранс Топ, КС (262.5 + 25 + 25 г/л) снизил численность личинок относительно контроля на 79.9% (0.4 л/т), 84.5% (0.5 л/т), 89.7% (0.6 л/т) и 94.9% (0.7 л/т), эталон – на 78.4%. Варианты опыта достоверно отличались

от контроля. Различий между нормами применения исследуемого препарата, равно как эталона не выявлено (табл. 2).

В 2020 г. на делянках, обработанных инсектицидами, колорадский жук появился на 7 сут позже, чем в контроле. Биологическая эффективность инсектоfungицида Вайбранс Топ, КС (262.5 + 25 + 25 г/л) во всех нормах применения была равная: 82.4% (0.4 л/т), 86.5% (0.5 л/т), 88.5% (0.6 л/т), 91.6% (0.7 л/т) и мало отличалась от эталона (88.7%).

На 14-е сут численность личинок на опытных делянках изменилась не существенно, на контрольных – снизилась до 17.3 особи/растение. В дальнейшем личинки ушли на окукливание, в контрольных и опытных делянках вредитель отсутствовал. Выявлена достоверная разница между вариантами опыта и контролем. Разницы между нормами применения исследованного препарата и эталоном не выявлено (табл. 2).

Таблица 3. Экотоксикологические показатели препаратов Эфория, КС (141 + 106 г/л) и Вайбранс Топ, КС (262.5 + 25 + 25 г/л) в максимальных нормах применения

Действующее вещество	Норма применения	ЛД ₅₀ , мг/кг	Токсическая нагрузка (количество ЛД ₅₀ /га)
Тиаметоксам 141 г/л Лямбда-цигалотрин 106 г/л	0.25 л/га	1563 59	471.7
Тиаметоксам 262.5 г/л Флудиоксанил 25 г/л Седаксан 25 г/л	0.7 л/т	1563 5000 5000	122.0

Проведенная экотоксикологическая оценка позволила установить, что препараты Эфория, КС (141 + 106 г/л) и Вайбранс Топ, КС (262.5 + 25 + 25 г/л) относятся к умеренно опасным по отношению к теплокровным животным и окружающей среде. Наиболее безопасным препаратом для окружающей среды является инсектофунгицид Вайбранс Топ, КС (262.5 + 25 + 25 г/л), т.к. у него меньшая токсическая нагрузка (меньше количество полудетальных доз на единицу поверхности). Также следует отметить, что данный препарат применяется более экологичным способом – обработкой клубней в период посадки (табл. 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные полевые исследования биологической эффективности инсектицида Эфория, КС (тиаметоксам 141 г/л + лямбда-цигалотрин 106 г/л) в нормах применения 0.15, 0.2 и 0.25 л/га способом опрыскивания в период вегетации растений картофеля показали, что исследованный препарат может обеспечить эффективную защиту картофеля от колорадского жука на уровне эталонного препарата. Снижение численности колорадского жука составило 89.8–100% (0.15 л/га), 100% (0.2 и 0.25 л/га) в 2019 г., в 2020 г. – 100% (0.15, 0.2 и 0.25 л/га).

Исследования по определению биологической эффективности инсектофунгицида Вайбранс Топ, КС (262.5 + 25 + 25 г/л) способом обработки клубней показали, что препарат в нормах 0.4 и 0.5 л/т по показателю эффективности соответствовал эталону и превосходил его в нормах применения 0.6 и 0.7 л/т. Препарат показал высокую эффективность во всех испытанных нормах применения в борьбе с личинками колорадского жука. Снижение численности вредителя составило в 2019 г. 79.9–88.8% (0.4 л/т), 84.5–91.9% (0.5 л/т), 89.7–100% (0.6 л/т), 94.3–100% (0.7 л/т), в 2020 г. – 60.3–100% (0.4 л/т), 66.2–100% (0.5 л/т), 74.6–100% (0.6 л/т), 76.3–100% (0.7 л/т).

Не отмечено достоверных различий между нормами применения исследованных препаратов по снижению численности колорадского жука. Все варианты существенно отличались только от контроля.

По величине токсической нагрузки препараты относятся к умеренно опасным. Можно рекомендовать использовать инсектофунгицид Вайбранс Топ, КС (262.5 + 25 + 25 г/л) в процессе посадки картофеля, а в случае достижения личинками колорадского жука уровня выше ЭПВ также применять препарат Эфория, КС (141 + 106 г/л) для обработки вегетирующих растений, при условии наличия данных препаратов в Каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимов Б.В. Картофелеводство России: производство, рынки, проблемы семеноводства. Современные системы защиты и новые направления в повышении устойчивости картофеля к колорадскому жуку. М., 2000. 225 с.
2. Кривченко О.А. Биологическое обоснование применения новых средств для защиты картофеля от вредителей и болезней на северо-западе Российской Федерации: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2021. 21 с.
3. Бречко Е.В. Оптимизация применения инсектицидов в защите картофеля от колорадского жука // Защита и карантин раст. 2012. № 4. С. 33–37.
4. Долженко В.И., Новожиллов К.В. Современные аспекты развития химического метода защиты растений // Агрохимия. 2006. № 7. С. 82–85.
5. Долженко В.И., Буркова Л.А., Васильева Т.И., Иванова Г.П., Бельх Е.Б. Современные инсектициды для интегрированных систем защиты картофеля // Информ. бюл. ВПРС МОББ. 2007. № 38. С. 108–110.
6. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве / Под ред. Долженко В.И. СПб.: ВИЗР, 2009. 321 с.
7. Методические указания по регистрационным испытаниям пестицидов в части биологической эф-

- фективности. Общ. часть / Под. ред. Долженко В.И., Ракитского В.Н. М., 2018. 56 с.
8. *Доспехов В.А.* Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. Справочник по пестицидам (токсиколого-гигиеническая характеристика). Вып. 1 / Под ред. В.Н. Ракитского. М.: Изд-во Агрорус, 2011.
10. *Белан С.Р., Грапов А.Ф., Мельникова Г.М.* Новые пестициды. Справочник. М.: Грааль, 2001. 195 с.
11. *Петрова Т.М., Смирнова И.М.* Определение инсектицида тиаметоксама в растительном материале и почве // *Агрохимия*. 2006. № 4. С. 84–89.
12. *Еремина О.Ю., Лопатина Ю.В.* Перспективы применения неоникотиноидов в сельском хозяйстве России и сопредельных стран // *Агрохимия*. 2005. № 6. С. 87–93.
13. *Фадеев Ю.Н.* Оценка санитарной и экологической безопасности пестицидов // *Защита растений*. 1988. № 7. С. 20–21.

New Combined Preparations to Protect Potatoes from the Colorado Potato Beetle

M. N. Shorokhov^{a,b,#}, O. A. Krivchenko^{a,b}, and O. V. Dolzhenko^{a,b}

^a*All-Russian Scientific Research Institute of Plant Protection
sh. Podbelskogo 3, Saint Petersburg–Pushkin 196608, Russia*

^b*LLC “Innovative Plant Protection Center”
Pushkinskaya ul. 20, lit. A, room 7–N, St. Petersburg–Pushkin 196607, Russia*

[#]*E-mail: shorochov@icZR.ru*

The results of the evaluation of the biological efficacy of the combined insecticide Eforium, CS (thiamethoxam 141 g/l + lambda-cyhalothrin 106 g/l) and the insectofungicide Vibrans Top, CS (thiamethoxam 262.5 g/l + fludioxanil 25 g/l + sedaxan 25 g/l) and ecotoxicological indicators of these drugs are presented. Based on the data obtained, it is concluded that it is advisable to use these drugs in potato protection systems against the Colorado potato beetle in accordance with the established regulations for use, provided that these drugs are available in the “State Catalog of Pesticides and Agrochemicals approved for use on the territory of the Russian Federation”.

Key words: Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say), insecticide assortment, insecticide, combined preparation, insectofungicide.