

# ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ, МИКРОБИОЛОГИЯ

Известия ТСХА, выпуск 6, 2011 год

УДК 632.768.12:635.21

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕПАРАТОВ ГРУППЫ НЕОНИКОТИНОИДОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА

В.В. ГРИЦЕНКО, Н.Н. МОСКВИН

(Кафедра защиты растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

Обобщены результаты испытаний инсектицидов группы неоникотиноидов для защиты картофеля от колорадского жука. Препараты разных действующих веществ (тиаметоксам, имидаклоприд, клотианидин) показали сходную между собой, высокую (90-100%) и стабильную биологическую эффективность как при опрыскивании растений, так и при внесении в почву одновременно с посадкой. Однако последний способ обеспечивает более длительный период защиты культуры и подавления вредителя, хотя требует большего расхода препаратов. Результаты свидетельствуют в пользу эквивалентного использования различных неоникотиноидов обоими способами. Обсуждаются возможности использования разных способов химических обработок в системах защиты картофеля.

*Ключевые слова:* защита картофеля, колорадский жук, неоникотиноиды, способы обработки.

Биологические особенности колорадского жука определяют как доступность, так и сложность при защите картофеля. Сильная приуроченность его к пасленовым культурам, сопряженность длительного развития имаго, яиц и личинок с поверхностью надземной части растений делает вредителя весьма доступным для мониторинга и для обработки разнообразными химическими и биологическими инсектицидными средствами. Сложность защиты определяется высокой жизнестойкостью, плодовитостью, мобильностью, изменчивостью и экологической пластичностью колорадского жука. Лабильность, растянутость и значительное перекрывание стадий развития, а также повторные заселения посадок снижают эффективность опрыскивания растений инсектицидами и вызывают необходимость повторных обработок. Интенсивные обработки препаратами сходных действующих веществ вызывают развитие и распространение в популяциях вредителя резистентности, в т.ч. множественной и перекрестной [1, 2, 5, 7].

Возможности защиты от колорадского жука расширились с использованием в последнее десятилетие неоникотиноидов, одной из групп инсектицидов нового поколения, постепенно приходящей на смену пиретроидным инсектицидам. Важным преимуществом неоникотиноидов, помимо сравнительной новизны и высокой эффективности при низком расходе, является выраженная системная и транслами-

нарная активность — способность проникать в ткани растений через поверхность листьев при опрыскивании или поглощаться корнями и распространяться в надземные части по проводящей системе при почвенных обработках. Эти качества сопровождаются сравнительно длительным и стабильным периодом эффективного воздействия на вредителей, завершающимся быстрым распадом действующего вещества. Первоначально, начиная с 2000 г., препарат актара (д.в. — тиаметоксам) и немного позже — препараты конфидор, зубр, танрек, искра золотая и др. (д.в. имидаклоприд) — применяли только путем опрыскивания растений. При этом защитный эффект распространялся на период до 30 дней после обработки. С 2005 г. препарат актара рекомендуют также для локальной обработки почвы в борозде при посадке (путем опрыскивания или внесением с помощью аппликатора). Этот способ требует увеличения нормы расхода препарата в 4-6 раз, однако обладает рядом преимуществ перед традиционным опрыскиванием растений. Эффективное защитное действие достигает примерно 60 дней от срока посадки и охватывает весь основной период пика численности и вредоносности колорадского жука без угрозы загрязнения продукции при стандартных сроках уборки. Таким образом, технологические операции посадки и защитной обработки совмещаются, не требуя дальнейших вмешательств. Однако главное достоинство неоникотиноидов — длительное тотальное воздействие почвенной обработки через растение на вредителя в течение всего периода расселения перезимовавших жуков, откладки яиц самками и развития личинок. В результате такие обработки способны вызывать эффекты локального искоренения популяций колорадского жука на посадках картофеля и от тактических успехов, которые обычно дают опрыскивания растений при массовом развитии личинок, позволяют перейти к успехам стратегическим. С 2009 г. ассортимент средств и способов применения неоникотиноидов расширился [3]. Комплексный инсектофунгицидный препарат престиж (д.в. — имидаклоприд+пенцикурон) рекомендован для обработки клубней при высокой концентрации и малом расходе жидкости перед посадкой. Препарат апа-чи, представляющий новое действующее вещество — клотианидин, рекомендован для опрыскивания растений. Посадочные обработки препаратами актара и престиж также рекомендованы для защиты картофеля от проволочников. Кроме того, они защищают семенные посадки картофеля от тлей — переносчиков вирусных болезней. Таким образом, к настоящему времени для защиты картофеля от вредителей имеется ассортимент высокоэффективных инсектицидов и возможность разного их применения [6].

### **Материалы и методы**

Настоящая работа обобщает исследования по использованию неоникотиноидов, проведенные в 2007-2010 гг. на Опытной станции защиты растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Мелкоделяночные опыты проводили на фоне локального очага колорадского жука, при необходимости концентрируя его сбором с соседних посадок. Ежегодно в опытах использовали сорт Жуковский ранний, а также среднеспелые сорта Чародей (2007-2008) и Аврора (2010). В каждый год в опытах ставили различные задачи, объединенные общим направлением (табл. 1). Во все годы сравнивали использование препаратов при посадке путем локального проливания почвы в лунках, обработки клубней, а также опрыскивания почвы и растений в период массового развития личинок младших возрастов (фазы бутонизации — цветения картофеля). В 2007 г. испытывали препараты актара и искра золотая в сравнении с препаратом регент группы фенилпиразолов. В 2008 г. оценивали эффективность препарата актара при разных ее концентрациях. В 2009 г. сопоставляли препараты

## Сравнительные испытания препаратов по годам

Год	Препарат, препаративная форма, д.в. (концентрация д.в.)	Концентрация препарата; расход рабочей жидкости		
		пролив почвы (г, мл /л); 1 л на 10 раст.	обработка клубней (г, мл/л на 10 клуб.)	опрыскивание растений (г, мл/л); 0,5 л на 10 раст.
2007	Актара, ВДП тиаметоксам (250 г/кг)	0,4	0,02/0,05 л	0,15
	Искра золотая П, имидакпоприд (25 г/кг)	4,5	0,225/0,05 л	1,6
	Регент КЭ, фипронил (25 г/л)	1,5	0,075/0,05 л	0,5
2008	Актара	0,3	*0,06/0,2л	0,15
		0,15	*0,03/0,2л	
		0,06		
2009	Актара	0,4	1/0,01 л	0,12
	Престиж КС, имидакпоприд+пенцикурон (140+150 г/л)	0,4	1/0,01 л	
2010	Актара	0,4	0,3/0,01л	0,12
	Апачи ВДГ, клопотианидин (500 г/кг)	0,17	0,13/0,01л	0,05
	Престиж	1	0,8/0,01 л	—
	Зубр ВРК, имидакпоприд (200 г/л)	0,7	—	0,1
	Танрек ВРК, имидакпоприд (200 г/л)	—	—	0,1

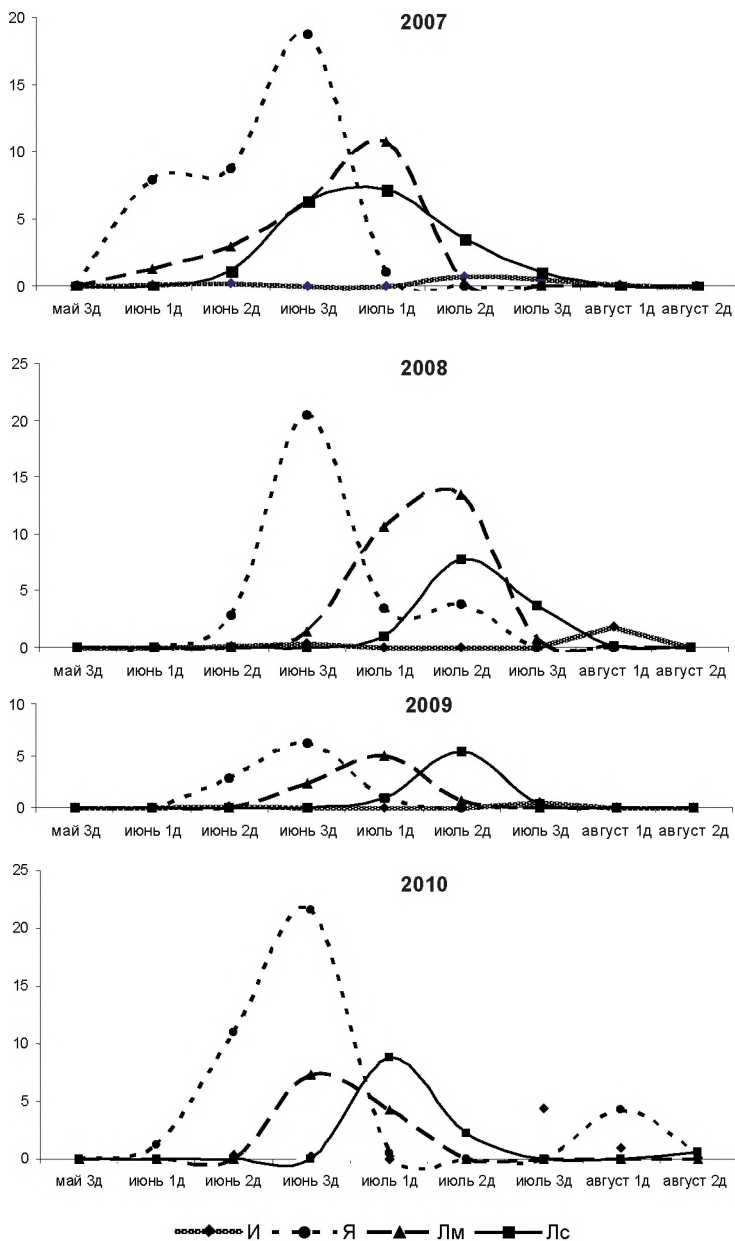
\* Обработка путем опрыскивания почвы при посадке.

актара и престиж. В 2010 г. провели сравнительные испытания препаратов актара, апачи, зубр, престиж, танрек.

От появления всходов до уборки регулярно, от 1 до 3 раз в декаду, учитывали численность всех наземных стадий колорадского жука на каждом растении. После периода массового развития личинок определяли поврежденность растений колорадским жуком путем визуальной оценки общей потери листовой поверхности. При уборке определяли продуктивность — массу и число клубней с каждого растения. Концентрация и расход препаратов при опрыскивании растений соответствует рекомендуемому [6]. При проливе почвы использовали рекомендуемые концентрации препарата актара, для других препаратов концентрации определяли по аналогии, учитывая содержание действующих веществ. При обработке клубней испытывали разные концентрации и нормы расхода. Биологическую эффективность для посадочных обработок оценивали по формуле Аббота — прямым сравнением численности личинок в опытном и контрольном варианте:  $БЭ = (1 - NO/NK) \cdot 100\%$ , где NO — численность в контроле, NK — численность в опыте. Биологическую эффективность для опрыскивания растений оценивали по формуле Тилтона — Хендерсона сопоставлением численности личинок до и после обработки с поправкой на изменение численности за этот период в контроле:  $БЭ = [(NO_1 NK_2 - NO_2 NK_1) / NO_1 NK_2] \cdot 100\%$ , где NO — численность в опыте, NK — численность в контроле; 1 — в период перед обработкой, 2 — в период после обработки.

## Результаты и их обсуждение

Динамика численности и развития колорадского жука, при значительном варьировании по годам, в целом обычна для Центрального региона России (рис. 1).



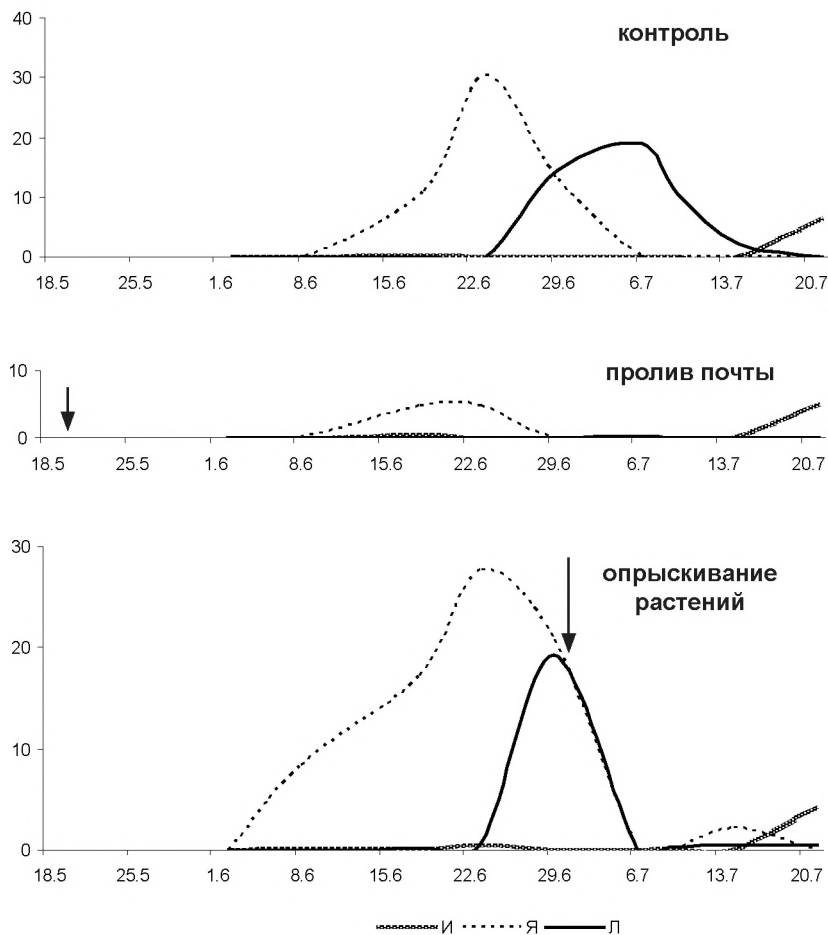
**Рис. 1.** Динамика развития и численности колорадского жука (экз./1 растение) в контрольных вариантах в годы исследования. И — имаго; Я — яйца; Лм — личинки младшего возраста; Лс — личинки старшего возраста (1 д, 2д, 3д — 1-, 2-, 3-я декады)

Выход перезимовавших жуков начинается при появлении всходов с конца мая — начала июня. Период заселения растений и откладки яиц самками растягивается на 30-40 дней, в течение июня — начала июля, с пиком в 3-й декаде июня. Соответственно со сдвигом на 1-1,5 декады проходит период развития личинок. Основной период вредоносности колорадского жука, сопряженный с массовым развитием личинок старших возрастов, проходит на протяжении июля, с пиком в 1-2-й декадах. Отсюда опрыскивание растений обычно проводили в конце июня — начале июля, во время спада численности яиц, массового развития личинок младших возрастов и начала развития личинок старших возрастов. В конце июля проходит спад численности, связанный с окончанием развития личинок и уходом в почву на окукливание. В то же время начинается выход из почвы молодых жуков, продолжающийся вплоть до окончания вегетации и уборки. В августе в более жаркие годы отмечается начальное развитие яиц и личинок нового поколения, не завершающееся ввиду отмирания надземных частей картофеля и уборки.

Таким образом, в условиях опытов развивалось одно полноценное поколение колорадского жука и лишь факультативно — второе. В 2007 г. при жаркой погоде конца мая — июня наблюдается сдвиг к более раннему развитию яиц и личинок. В 2010 г. чрезвычайно жаркая погода июля — августа приводит к резкому ускорению и сокращению развития личинок, раннему появлению молодых жуков. За исключением 2009 года, численность колорадского жука в контрольных вариантах опыта превышала порог вредоносности, а заселение растений приближалось к 100%. О характере действия разных способов обработки неоникотиноидами на динамику численности и развития колорадского жука можно судить по результатам применения препарата актара в 2010 г. (рис. 2).

Пролив почвы обеспечивает длительное подавление численности колорадского жука на весь период его вредоносности. При очень низком количестве яиц на растениях численность личинок практически нулевая. Опрыскивание растений подавляет массовое развитие личинок старших возрастов, при этом остается начальный период вредоносности. Сходный для всех вариантов характер заселения молодыми жуками в конце июля объясняется их перераспределением по более сохранившимся растениям и показывает время окончания токсичного действия препарата.

Эффективность разных способов обработки можно рассмотреть на примере препарата актара, систематически использованного во всех опытах. В таблице 2 приведены средние оценки эффективности за период массового развития личинок, составляющий от 33 до 71 дня после посадочных обработок и от 3 до 21 дня после опрыскивания растений. Обработка путем пролива почвы при рекомендуемой концентрации (0,3-0,4 г/л) имеет высокую и весьма стабильную биологическую эффективность, как правило, свыше 90%, нередко — близко к 100%. При этом поврежденность растений снижается в большинстве случаев на 70-90% по сравнению с контролем. Опрыскивание растений при рекомендуемой концентрации (0,12-0,15 г/л) имеет практически такой же уровень эффективности, однако процент снижения поврежденности растений несколько ниже, чем при проливе почвы, поскольку сказывается влияние начального периода вредоносности колорадского жука. При обработке клубней в разных опытах использовали различные концентрации препарата и расход рабочей жидкости для оценки возможности снижения затрат. Как видно, при концентрациях, сходных с используемыми для пролива почвы, такая обработка неэффективна. Значительный эффект от обработки достигается только в случае сильно повышенных концентраций в малых объемах рабочей жидкости, что



**Рис. 2.** Динамика численности колорадского жука (экз./1 раст.) при разных обработках препаратом актара в 2010 г. И — имаго; Я — яйца; Л — личинки; — обработка

не дает существенного уменьшения затрат. Вероятно, распространение препарата в надземной части растения происходит лучше и надежнее при всасывании корнями из почвы в случае пролива, нежели при поверхностной обработке (замачивании) посадочных клубней.

По данным некоторых опытов можно представить зависимость биологической эффективности пролива почвы от концентрации препарата (рис. 3).

При использовании концентрации ниже рекомендуемого уровня происходит значительное снижение эффективности обработки. Таким образом, удовлетворительная концентрация препарата актара составляет не менее 0,3 г/л.

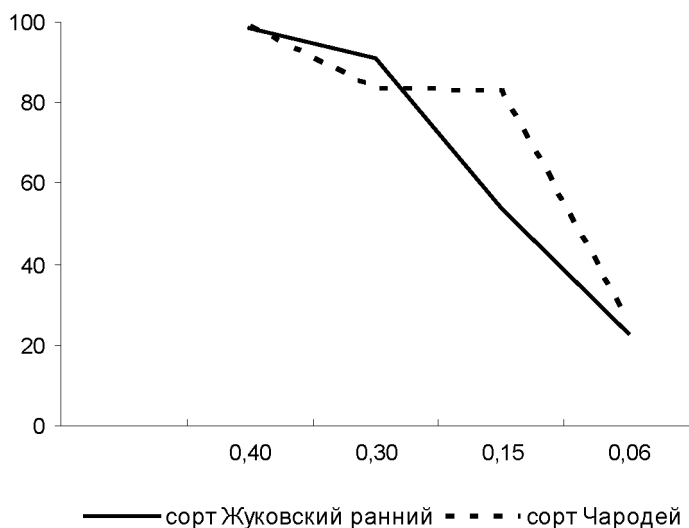
Сопоставление биологической эффективности разных неоникотиноидных препаратов при проливе почвы и опрыскивании растений в целом показывает значительное их сходство (рис. 4).

Таблица 2

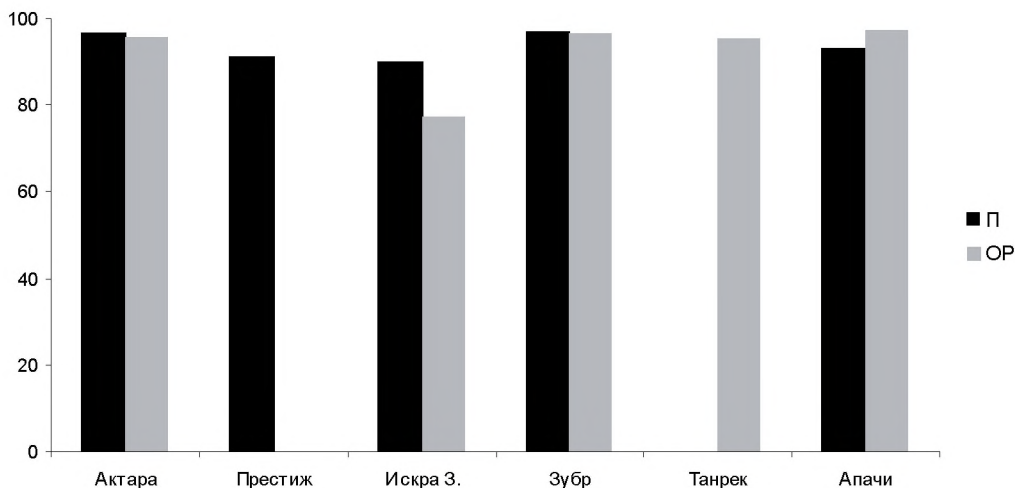
**Эффективность разных способов применения препарата актара  
в защите картофеля от колорадского жука по годам**

Год	Сорт	Пролив почвы			Опрыскивание растений			Обработка клубней		
		К (г, мл/л)	БЭ, %	сниж. повр., %	К (г, мл/л)	БЭ, %	сниж. повр., %	К (г, мл/л)	БЭ, %	сниж. повр., %
2007	Жуковский ранний	0,4	99,0	97,4	0,15	92,1	86,6	0,02/0,05	0	0
	Чародей		99,1	93,5		99,6	66,1		8,7	0
2008	Жуковский ранний	0,3	90,8	74,3	0,15	95,6	79,9	» 0,06/0,2	37,3	32,6
	Чародей		83,7	58,2		84,3	49,3		7,3	0
2009	Жуковский ранний	0,4	99,2	72,3	0,12	98,7	13,2	1/0,01	96,4	100
2010	Жуковский ранний	0,4	96,6	100	0,12	95,7	74,3	0,3/0,01	86,7	93,2
	Аврора		97,6	89,2		—	—		80,5	76,0
В среднем			95,1 ±2,2	83,6±5,9		94,3±2,3	61,6±11,0		—	—
НСР <sub>0.05</sub>			7,0	27,5		7,0	27,5		—	—

Примечание. К — концентрация препарата (г, мл/л); БЭ — биологическая эффективность; Сниж. повр. — снижение поврежденное™ растений, % к контролю. \* Форма обработки — локальное опрыскивание почвы при посадке.



**Рис. 3.** Зависимость биологической эффективности (%) пролива почвы препаратом актара от его концентрации (г/л)



**Рис. 4.** Биологическая эффективность (%) неоникотиноидных препаратов при проливе почвы (П) и опрыскивании растений (ОР)

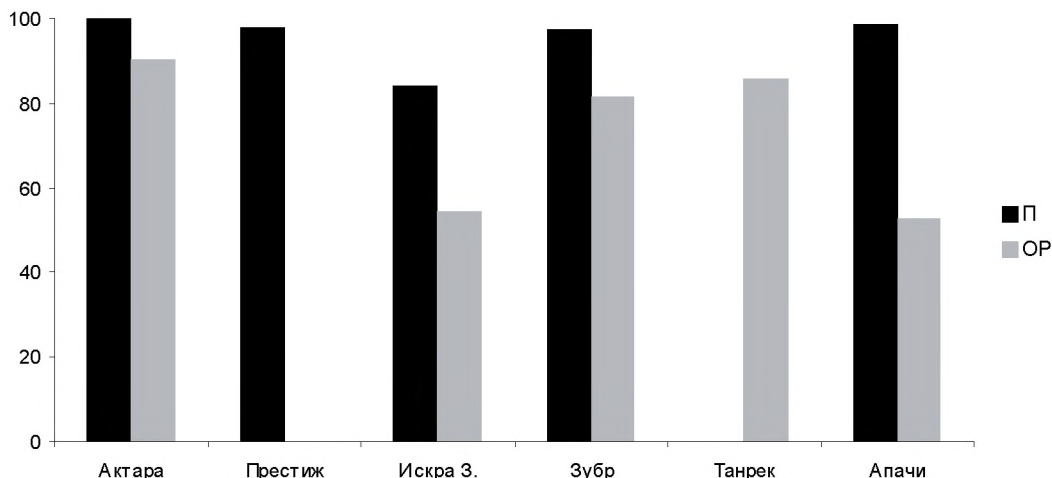
Эффективность препаратов разных неоникотиноидных соединений (актара, зубр и апачи) была выше 90% при обоих способах обработки. Для искры золотой опрыскивание оказалось немного менее эффективно, чем пролив. Препараты престиж и танрек, испытываемые одним способом, также были достаточно эффективны. Отсюда можно сделать общее заключение о возможности эквивалентного применения разных неоникотиноидных препаратов путем не только опрыскивания растений, но и пролива почвы при посадке.

Аналогичное сравнение препаратов по снижению поврежденности растений (рис. 5) показало сходный для всех больший эффект при проливе почвы и меньший — при опрыскивании растений, что объясняется начальной, до опрыскивания, вредоносностью личинок.

По данным опытов 2010 г., биологическая эффективность неоникотиноидов при проливе почвы и опрыскивании растений составила в среднем 96,2 и 94,4% ( $\text{НСР}_{005} = 3,5\%$ ), а снижение поврежденности растений соответственно 96,6 и 59,7% ( $\text{НСР}_{005} = 13,5\%$ ). При обработке клубней препаратами апачи и престиж этим способом биологическая эффективность даже при высокой концентрации оказалась невелика — в среднем 45-50%, а поврежденность растений ненамного отличалась от контрольной, поэтому складывается впечатление, что более эффективным и надежным способом применения неоникотиноидов при посадке является внесение препаратов в почву.

Продуктивность растений в вариантах опытов не столь очевидно зависела от эффективности обработок, как поврежденность растений (табл. 3). В обобщенных по годам данных по применению препарата актара заметна тенденция к наибольшей продуктивности растений при проливе, к снижению — при опрыскивании и наименьшей — при отсутствии обработок. При этом прибавки относительно контроля достаточно высоки. Однако ввиду очень высокого варьирования продуктивности





**Рис. 5.** Снижение поврежденности растений колорадским жуком (% от контроля) при проливе почвы (П) и опрыскивании растений (ОП) неоникотиноидными препаратами

Т а б л и ц а 3

**Влияние обработок препаратом актара на продуктивность растений сорта Жуковский ранний (2007-2010)**

Вариант	Продуктивность растений			Доля поврежденных клубней, % (2010)
	масса клубней, г/раст.	прибавка к контролю, %	число клубней	
Контроль	413,8±24,1	—	6,5±0,7	7,7
Пролив почвы	532,0±63,2	28,6	7,1 ±0,8	3,4
Опрыскивание растений	473,9±47,8	14,5	6,4±0,5	11,7
HCP <sub>0,05</sub>	198,2	—	2,80	—

внутри вариантов и соответственно высокой ошибки различия между вариантами не достигают статистической значимости.

Очевидно, это является результатом значительной микрогетерогенности условий, превышающей влияние контролируемых факторов. Следует ожидать, что на крупных посадках картофеля ошибка будет более нивелирована. При проливе почвы заметна тенденция к снижению поврежденности клубней, в данном случае — уходящими в почву жуками при сильной жаре.

В целом оценки эффективности неоникотиноидов при разных способах использования согласуются с данными производственных испытаний [4].

#### Заключение

Результаты опытов показали принципиальную возможность использования разных неоникотиноидных препаратов не только путем опрыскивания растений, но и внесения в почву при посадке. При этом препараты тиаметоксама, имидаклоприда и клотианидина вполне

взаимозаменяемы и эквивалентны по силе и длительности защитного эффекта. Это расширяет ассортимент средств защиты, позволяет чередовать их во избежание развития резистентности в популяциях колорадского жука.

Два основных способа использования неоникотиноидов имеют свои преимущества и ограничения. Опрыскивание растений экономичнее по расходу препаратов, более оперативно, ориентировано на мониторинг развития и численности вредителя, использование экономического порога вредоносности. Внесение инсектицидов в почву при посадке дает весьма длительный период защиты картофеля и подавления колорадского жука, начинающийся от появления всходов, выхода и расселения перезимовавших жуков и завершающийся с окончанием массового развития и вредоносности личинок. Поэтому применяемые в течение 2-3 лет почвенные посадочные обработки способны достигнуть искоренения локальных популяций колорадского жука. Увеличение расхода препарата и стоимости обработки в 4-6 раз по сравнению с опрыскиванием компенсируется безусловной достаточностью одной обработки за сезон, а также явным стратегическим преимуществом. После нескольких успешных обработок дальнейшие истребительные мероприятия в течение ряда лет могут быть резко сокращены или вообще не потребоваться. Конечно, проводимые при посадке обработки должны быть ориентированы на прошлогодний уровень распространения и численности колорадского жука, с учетом севооборота, пространственной изоляции и условий зимовки. Почвенные обработки оказывают комплексный защитный эффект от почвообитающих вредителей (проволочников, подгрызающих совок и др.) и, возможно, также от тлей — переносчиков вирусов. Еще одно преимущество — меньшая зависимость почвенных обработок от погодных условий в течение вегетационного сезона. Особое значение почвенные обработки приобретают в южной части зоны картофелеводства, где очаги колорадского жука достигают наибольшей величины и стабильности, а их развитие наиболее интенсивно.

В защите картофеля необходимы гибкие системы, сочетающие чередование почвенных и вегетационных обработок в зависимости от уровня распространения и численности вредителей. Обработку почвы неоникотиноидами при посадке картофеля следует в первую очередь применять в местах ежегодно высокой вредоносности колорадского жука, а также повышенной численности почвообитающих вредителей с учетом остаточных очагов к концу сезона. При установлении топографии очагов возможны не сплошные, а частичные (краевые, очаговые) почвенные обработки. При значительном подавлении популяций вредителей в последующие годы можно регулировать их численность путем выборочного опрыскивания растений, чередуя высокоэффективные препараты неоникотиноидов, фенилпиразолов, пиретроидов, авермектинов и др. соединений. Подобные системы должны обеспечить эффективную и стабильную защиту картофеля от вредителей.

### Библиографический список

1. *Вилкова Н.А., Сухорученко Г. П., Фасулати С.Р.* Стратегия защиты сельскохозяйственных растений от адвентивных видов насекомых-фитофагов на примере колорадского жука // Вестник защиты растений, 2005. № 3. С. 3-15.

2. *Гриценко В.В.* Популяционные основы вредоносности колорадского жука // Жизнь популяций в гетерогенной среде: Сб. материалов II Всероссийск. популяцион. семинара. Ч. 2. Йошкар-Ола, 1998. С. 219-228.

*Ъ.Долженко В.П.* Совершенствование ассортимента пестицидов и технологий их применения для защиты картофеля от вредителей // Агрехимия, 2009. № 4. С. 43-54.

4. *Долженко В.П.* Инсектициды на страже картофеля // Защита растений, 2010. № 4. С. 14-15.

5. *Павлюшин В.А., Сухорученко Г.П., Фасулати С.Р., Вилкова Н.А.* Колорадский жук: распространение, экологическая пластичность, вредоносность, методы контроля // Защита и карантин растений, 2009. № 3. С. 1-32.

6. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. М.: Агрорус, 2010.

7. Hare J.D. Ecology and management of the Colorado potato beetle //Ann. Rev. Entomol., 1990. V. 35. P. 81-100.

*Рецензент* — д. б. н. С.Я. Попов

#### SUMMARY

Results of insecticides' trials in protecting potato against the Colorado beetle have been generalized in the article, all preparations belonging to the group of neo-nicotinoids. Preparations from various reactants (tiametoxam, imidachlorpryd, clotianidin) show similar, high and stable biological efficiency - up to 90% - 100%, both by spraying and land application at planting time. Though the latter ensures a longer period of pest control, and, at the same time, requires greater flow rate of insecticides in question. Both ways are of great importance in crop fanning, combinations of these methods are also being discussed in the article by its author.

**Key words**, potato protection the Colorado beetle, neo-nicotinoids, application practices.

Гриценко Вячеслав Владимирович — д. б. н., проф. каф. защиты растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Тел. (499) 976-07-11. Эл. почта: [ropgenetic@inail.ru](mailto:ropgenetic@inail.ru)

Москвин Николай Николаевич — асп. каф. защиты растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Тел. (499) 976-07-11.