

УДК 632.768.12:635.21

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТНОГО СОСТАВА ПОПУЛЯЦИИ ВРЕДИТЕЛЯ

В. В. ГРИЦЕНКО

(Кафедра энтомологии)

В опытах 2001-2002 гг. оценивали эффективность некоторых распространенных средств защиты картофеля от колорадского жука, относящихся к разным группам химических соединений. Наиболее высокий, стабильный и относительно длительный эффект подавления личиночной и общей численности вредителя проявили инсектициды новых поколений: регент, банкол, актара, моспилан. Эффективность обработок существенно зависит от динамики развития и возрастного состава популяции вредителя, особенно от соотношения численности яиц и личинок. Выбор оптимального срока обработки требует пристального слежения за развитием колорадского жука.

Для защиты картофеля от колорадского жука в настоящее время рекомендован обширный спектр химических средств, включающий десятки препаратов различных действующих веществ из разных групп соединений. Для выбора наиболее эффективных из них необходима сравнительная их оценка по силе и длительности токсичного действия. Однако эффективность химических обработок зависит от выбора не только препарата, но и сроков обработки. Установление оптимального для обработки периода требует внимательного и регулярного наблюдения за динамикой развития популяции вредителя.

Заселение посадок картофеля перезимовавшими жуками начинается вскоре после появления всходов, в период формирования кустов и может продолжаться в течение месяца. Самки откладывают яйца на нижнюю сторону листьев; при этом одна самка

способна заселить до 10-15 растений. Через 6—10 дней из яиц отрождаются личинки. Личинки проходят в развитии 4 ограниченных линьками возраста, объединяемых на практике в две группы: младшие (I—II) и старшие (III—IV). Младшие возрасты развиваются около 5—8, старшие — порядка 10—15 дней, после чего уходят в почву на окукливание. В соответствии с растянутым периодом выхода с зимовки и размножения жуков массовое развитие личинок в популяции длится около 20—25 дней. При этом сроки откладки яиц и развития личинок перекрываются, примерно, наполовину, а сроки развития младших и старших личиночных возрастов — наполовину — 2/3. Возникающее возрастное разнообразие усиливается пространственно-временной неоднородностью заселения растений и сроков развития вредителя, когда показатели численности и соотношения стадий раз-

вития колорадского жука могут резко различаться даже на соседних рядах посадок. В итоге на протяженности пика численности и вредоносности популяции колорадского жука представляет гетерогенную и динамичную смесь различных фаз развития [3].

Действие инсектицидов на разные стадии развития вредителя далеко не одинаково. Они эффективны против взрослых перезимовавших жуков, однако ранние обработки по этой стадии чаще всего нецелесообразны ввиду ее подвижности, растянутого периода и возможности повторного заселения. На стадию яйца большинство препаратов не оказывает существенного влияния. Наиболее чувствительны к обработкам мелкие, с нежными покровами личинки младших возрастов. Однако личинки I возраста в течение 2~3 суток после отрождения обычно остаются в месте яйцекладки, питаясь остатками яйцевых оболочек, что ограничивает их контакт с препаратами. Оптимальным следует считать период развития личинок II — начала III возраста, когда они распространяются по растению, концентрируясь в верхушках побегов с нежными молодыми листочками, и оказываются наиболее доступны для обработки. При массовом развитии личинок III—IV возрастов обработки также достаточно эффективны, но их защитное действие запаздывает, поскольку крупные прожорливые личинки этих стадий успевают нанести серьезные повреждения растениям. Кроме того, начинающийся уход в почву на окукливание позволяет части личинок спастись от обработки. Обычно оптимальным периодом обработки против колорадского жука считают время массового развития личинок младших возрастов. Однако конкретные сроки необходимо уточнять в зависимости от степени пере-

крывания этого периода с периодом откладки и развития яиц. При слишком ранней обработке большая часть популяции будет еще находиться в стадии яйца и на срок до 1-2 нед. оставаться не доступной для препаратов, обеспечивая повторный рост численности личинок. Следует стремиться уловить момент, когда количество яйцекладок пошло на спад, а количество личинок старших возрастов еще не достигло пика. По нашим наблюдениям, такой период обычно совпадает с пиком численности личинок II возраста и легко определяется по начальному появлению наиболее крупных, ярко окрашенных и заметных личинок IV возраста.

В этой ситуации большое значение приобретает характер действия инсектицидов. Наиболее распространенные сейчас пиретроидные инсектициды дают быстрый, но относительно кратковременный (до 1—1,5 нед.) защитный эффект, особенно сокращающийся при жаркой погоде. При этом численность вредителя может быстро восстановиться за счет отрождения личинок из оставшихся яйцекладок, а также путем повторного заселения жуками с соседних посадок. Кроме того, при частом применении одних и тех же пиретроидов в популяциях колорадского жука развивается к ним резистентность [6]. Обработка бактериальными препаратами также может оказаться малоэффективной вследствие их преимущественного действия только на личинок младших возрастов. Более надежными могут быть препараты различных инсектицидов нового поколения, проявляющие более стабильное (до 2-3 нед.) токсичное действие и способные уничтожить большую часть вновь отрождающихся личинок. Сравнительному испытанию инсектицидных препаратов разных групп посвящена данная работа.

Материал и методика

Работу проводили летом 2001-2002 гг. в мелкоделяночных опытах на участке лаборатории защиты растений МСХА. В начале июня на посадках картофеля сорта Невский создавали фон высокого заселения вредителем путем сбора перезимовавших жуков на территории станции и произвольного их выпуска на опытный участок. При этом выпуск 30—40 самок на участок обеспечивал 100% заселение 100-120 растений, используемых в опыте, и создание уровня численности, в 2-3 раза превышающего порог вредоносности. Далее проводили регулярные (1-3 раза в неделю) учеты численности колорадского жука. На каждом растении подсчитывали количество имаго, яйцекадок и личинок отдельно по возрастам. В одном учете в период массовой откладки яиц определяли их среднее количество в одной кладке. По 245 просмотренным яйцекадкам средняя численность составила 22,1 яйца. Этот показатель, округленный до 20, послужил основой для условного расчета количества яиц на растениях в последующих учетах. Однократную обработку инсектицидами проводили в оптимальный период развития популяции, одновременно во всех вариантах. В 2001 г. использовано 6 вариантов обработки, по 12 растений в каждом. Испытывали: пиретроид **децис** КЭ; д.в. дельтаметрин (25 г/л), фенилпиразол **регент** КЭ; д.в. фипронил (25 г/л), неоникотиноид **актара** ВДГ; д.в. тиаметоксам (250 г/кг), неристоксин **банкол** СП; д.в. бенсултап (500 г/кг), ингибитор развития **сонет** КЭ; д.в. гексафлумурон (100 г/л) и аверсектин **фитоверм** КЭ; д.в. аверсектин С (10 г/л), а также контроль, обработка водой. В 2002 г. использовано 9 вариантов, по 10 растений в каждом: ко всем предыдущим вариантам добавили пиретроиды — **каратэ** КЭ; д.в. лямбда-цигалотрици (50 г/л) и **искра** СП; д.в. циперметрин + перметрин (21+9 г/кг) и неоникотиноид **моспиалан** РП; д.в. ацетамип-

рид (200 г/кг), а также контроль. Концентрации и нормы расходов препаратов соответствуют рекомендуемым [2]. Обработки проводили ручным опрыскивателем, в вечернее время, ясную и безветренную погоду. Эффективность обработок оценивали по снижению средней численности вредителя на растении в опыте с поправкой на изменение численности в контрольном варианте по формуле:

$$\Theta = N_{qi}N_{k2} - N_{0k}NK / N_{0i}N_{r2} \cdot 100\%,$$

где N — численность, индексы: O — опыт, K — контроль, 1 - перед обработкой, 2 — после обработки.

Биологическую эффективность оценивали по двум показателям: общепринятому ($\Theta_{\text{лич.}}$) — средней, суммарной по возрастам, численности личинок на растении и обобщенному ($\Theta_{\text{общ.}}$) — суммарной средней численности яиц и личинок на растении, что полнее отражает степень заселения растения вредителем. Количество имаго на растениях в оценке эффективности не учитывалось как величина малая и крайне нестабильная. Биологическую эффективность оценивали до 11 — 13-го дня после обработки. Дальнейшая оценка эффективности искажалась вследствие массового ухода личинок в почву на окукливание и миграции личинок, полностью уничтоживших растения в контроле. Степень повреждения растений колорадским жуком оценивали по окончании развития личинок, визуально, по стандартной 5-балльной шкале.

Результаты

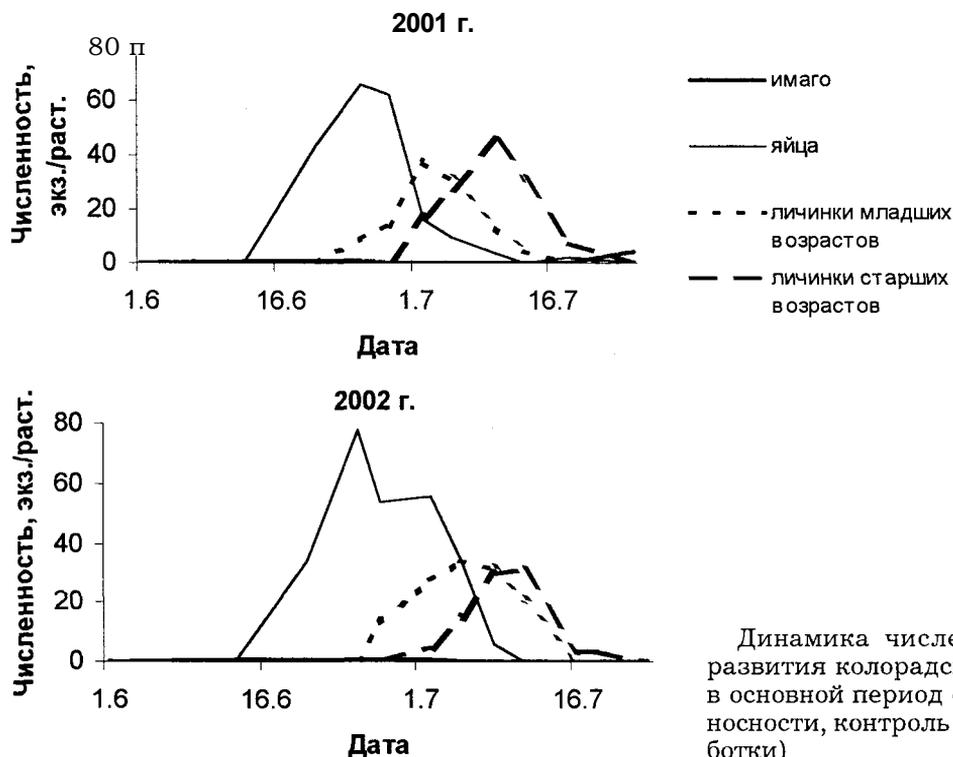
Несмотря на некоторые различия погодных условий лета 2001—2002 гг., массовое развитие колорадского жука проходило в близкие сроки и отличалось значительным перекрытием возрастных стадий (рисунок). Обработку проводили в период пика численности личинок младших, преимущественно II возрастов, в начале роста численности личинок III возра-

ста и при появлении первых личинок IV возраста. Количество яиц в это время было еще велико (от 30 до 50% общей численности), однако промедление с обработкой грозило массовой вредоносностью быстро развивающихся личинок. Дата обработки 2 июля совпала в оба года исследований, погода была сухой и жаркой.

Динамика численности и развития колорадского жука за оба года отличалась большой неоднородностью; различия численности в вариантах опыта достигали 2—2,5-кратного уровня. В целом более высокий уровень заселения наблюдался в 2002 г., достигая почти 100 экз. яиц и личинок на одно растение. По результатам 2001 г. (табл. 1, 2) наибольшую эффективность показали препараты регент, банкола и актара. Регент проявил наиболее быстрый эффект, значительно снижая численность личинок уже к 3-му дню после обработки. Действие

банкола и актары проявлялось медленнее, однако к 8-му дню после обработки достигало уровня эффективности регента. К этому времени данные препараты сильно снизили не только численность личинок, но и общий уровень численности вредителя, что указывает на уничтожение ими вновь отрождающихся из сохранившихся яйцекладок личинок. Высокая эффективность данных препаратов сохранялась на протяжении всего периода пика численности личинок и обеспечивала стабильную защиту растений. Меньшую и нестабильную эффективность проявили препараты сонет и децис, неудовлетворительную — фитоверм.

Результаты 2002 г. в основном подтверждают и дополняют предыдущие (табл. 3, 4). В условиях очень большой численности и быстрого развития вредителя высокую и сравнительно стабильную эффективность проявили те же препараты — регент, банкол и ак-



Численность колорадского жука в опыте 2001 г.

Вариант	Средняя численность (экз./растение)							
	до обработки		день после обработки					
			3		8		11	
	лич.	общ.	лич.	общ.	лич.	общ.	лич.	общ.
Контроль	53,9	69,7	58,3	68,3	58,0	61,3	34,7	34,7
Сонет*	12,0	68,7	10,5	52,2	17,0	32,0	8,1	16,4
Регент	32,6	57,6	4,4	24,4	4,4	6,1	2,3	5,6
Фитоверм	25,9	70,8	13,2	53,2	13,9	22,3	15,1	20,1
Банкол	30,8	67,5	8,6	30,3	4,6	6,3	1,4	1,4
Децис	23,9	47,3	13,6	23,6	6,0	9,3	5,6	5,6
Актара	20,3	78,6	9,0	44,0	3,0	6,3	0,3	3,7
НСР ₀₅	23,6	28,6	16,5	30,3	11,3	12,6	6,2	10,7

Примечание. Здесь и далее: лич. — численность личинок; общ. — общая численность личинок и яиц. * - обработка проводилась на 5 дней ранее, чем в других вариантах.

Таблица 2

Биологическая эффективность (%) обработок в опыте 2001 г.

Вариант	День после обработки					
	3		8		11	
	лич.	общ.	лич.	общ.	лич.	общ.
Сонет	77,6	11,9	66,5	53,7	83,9	68,7
Регент	87,5	56,8	87,5	88,0	89,0	80,5
Фитоверм	52,9	23,3	50,1	64,2	9,4	0
Банкол	74,2	54,2	86,1	89,4	92,9	95,8
Децис	47,4	49,1	76,7	77,6	63,6	76,2
Актара	59,0	42,9	86,3	90,8	97,7	90,5

тара, а также другой препарат группы неоникотиноидов — моспилан. Удовлетворительную, но меньшую и нестабильную эффективность показали пиретроид каратэ и комплексный пиретроид искра. Препарат фитоверм показал умеренную эффективность снижения численности личинок и низкую эффективность снижения общей численности. Малоэффективными оказались препараты со нет и децис.

Степень повреждения растений колорадским жуком обратно пропорциональна эффективности препаратов. Корреляция между этими показателями составила: $r = -0,92$ в 2001 г. и

$r = -0,89$ в 2002 г. Наименьшая поврежденность растений (средний балл менее 1, потери листовой поверхности менее 15%) отмечена в 2001 г. для препаратов актара, регент, банкол при поврежденности в контроле 3,9 балла и 75% потерь листовой поверхности. В 2002 г. наименьшая поврежденность (менее 2 баллов, до 20% потерь листовой поверхности) отмечена для препаратов актара и моспилан при поврежденности в контроле 4,7 балла и 80% потерь листовой поверхности.

Для выяснения зависимости эффективности обработок от динамики развития и численности колорадского

Таблица 3

Численность колорадского жука в опыте 2002 г.

Вариант	Средняя численность (экз./растение)									
	до обработки		день после обработки							
			2		5		8		13	
лич.	общ.	лич.	общ.	лич.	общ.	лич.	общ.	лич.	общ.	
Контроль	31,8	87,8	51,7	85,9	60,7	66,7	58,1	58,1	5,9	5,9
Сонет	31,3	85,3	27,8	69,8	26,5	40,5	32,7	46,7	32,4	38,4
Регент	63,1	77,1	0	2,0	0,3	6,3	7,1	9,1	1,8	3,8
Фитоверм	49,2	81,2	8,9	36,9	15,8	35,8	25,2	31,2	44,8	44,8
Банкол	68,1	94,8	9,3	22,7	6,8	6,8	2,9	2,9	3,1	15,1
Децис	30,1	90,1	30,2	66,2	49,1	59,1	61,1	71,1	30,4	30,4
Актара	56,0	72,0	4,8	16,8	2,6	4,6	0,4	0,4	1,1	5,1
Каратэ	30,0	56,0	3,2	15,2	6,9	10,9	7,7	13,7	7,7	11,7
Моспилан	72,1	98,1	17,3	29,3	0	4,0	0,4	0,4	2,7	7,2
Искра	58,0	68,0	21,3	23,3	15,4	15,4	9,1	9,1	5,2	7,2
НСР ₀₅	28,9	32,3	14,1	25,0	12,8	21,6	11,2	18,8	13,5	15,9

Таблица 4

Биологическая эффективность (%) обработок в опыте 2002 г.

Вариант	День после обработки							
	2		5		8		13	
	лич.	общ.	лич.	общ.	лич.	общ.	лич.	
Сонет	45,4	16,4	55,7	37,5	42,8	17,3	0	
Регент	100	97,4	99,8	89,2	93,8	82,2	84,6	
Фитоверм	88,9	53,6	83,2	42,0	71,9	41,9	0	
Банкол	91,6	75,5	94,8	90,6	97,7	95,4	75,5	
Децис	38,3	24,9	14,5	13,7	0	0	0	
Актара	94,7	76,2	97,6	91,6	99,6	99,2	89,4	
Каратэ	93,4	72,3	88,0	74,4	86,0	63,0	0	
Моспилан	85,2	69,5	100	94,6	99,7	99,4	79,8	
Искра	77,4	65,0	86,1	70,2	91,4	79,8	51,7	

жука оценивали корреляцию между снижением численности вредителя на отдельных растениях и тремя демографическими параметрами: долей личинок в общей численности личинок и яиц, долей личинок старших возрастов в общей численности личинок и общей численностью. По данным 2002 г., отмечена существенная положительная корреляция снижения численности с первым показателем ($r = +0,45$; $P < 0,001$), связь с двумя дру-

гими параметрами была несущественной. Это подтверждает предположение о зависимости эффективности обработки от соотношения количества яиц и личинок на растениях и подчеркивает необходимость внимательного наблюдения за развитием колорадского жука для выбора оптимальных сроков обработок. В целом полученные нами данные соответствуют результатам других аналогичных испытаний [1, 4, 5].

Выводы

1. Развитие популяций колорадского жука в условиях Центрального региона России характеризуется значительной неравномерностью заселения растений, численности и сроков развития вредителя. Периоды откладки, развития яиц и развития личинок перекрываются, примерно, наполовину, а периоды развития личинок младших и старших возрастов — наполовину — 2/3.

2. Эффективность инсектицидных обработок против колорадского жука зависит от соотношения стадий развития вредителя, особенно от соотношения численности яиц и личинок. Оптимальный для обработки период — сочетание спада откладки яиц, пика численности личинок младших возрастов и начала появления личинок старших возрастов. Его продолжительность может составить от 5—7 дней при жаркой погоде до 10-15 дней в прохладную погоду.

3. Среди современных средств, применяемых против колорадского жука, наиболее эффективными и надежными являются препараты различных инсектицидов нового поколения: регент, банкол, актара и моспилан. Они сохраняют высокую эффективность около 2 нед., что позволяет подавить численность вредителя в период его основной вредоносности и ограничиться однократной обработкой.

4. Менее надежны препараты группы пиретроидов. Они могут давать высокий, но кратковременный эффект в пределах недели, как искра и кара-

тэ, либо оказаться неэффективными, как децис, вследствие возможного развития резистентности у колорадского жука. Недостаточную эффективность и стабильность показали инсектициды — фитоверм и сонет. Используя эти средства при высокой численности вредителя, следует быть готовым к повторной обработке через одну — полторы недели.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Глез В. М.** Банкол против колорадского жука. — Защита и карантин растений, 2001, № 5, с. 22. — 2. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2003 г. — М.: Госхимкомиссия РФ Минсельхоза России, 2003. — 3. **Гриценко В. В.** Популяционные основы вредоносности колорадского жука. — В сб.: Жизнь популяций в гетерогенной среде. Ч. II. Йошкар-Ола: Периодика Марий Эл, с. 219-228. — 4. **Долженко В. М., Сухорученко Г. И.** Инсектициды против колорадского жука на картофеле и тактика их применения. — Защита и карантин растений, 2000, № 11, с. 9-11. — 5. **Казадаев А. А., Артохин К. С., Симонович Е. И.** Регент против колорадского жука. — Защита и карантин растений, 2002, №7, с. 21. — 6. **Яковлева И. Н., Горшкова Е. В.** Резистентность колорадского жука к пиретроидам в центральных регионах России. — В сб.: Современные системы защиты и новые направления в повышении устойчивости картофеля к колорадскому жуку. М., 2000, с. 100-102.

**Статья поступила
13 ноября 2003 г.**

SUMMARY

The effectively of some insecticides in protection of potatoes from Colorado potato beetle in connection with its population age structure was studied. The optimal period fore insecticide treatment is at the falling of oviposition, mass development of junior age larvae, and beginning of development of elder age larvae. The most strong and stable effect demonstrated different insecticides of new generation: regent, aktara, mospilan, bankol. Pyrethroids and bioinsecticides had more law and short effect.