

М.Г. Немкевич, А.С. Самонов, Л.И. Трешашко

ПРИМЕНЕНИЕ ИНСЕКТИЦИДОВ – ВАЖНЫЙ АСПЕКТ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ КУКУРУЗЫ ОТ ЗАПАДНОГО КУКУРУЗНОГО ЖУКА (*DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA* LE CONTE)

Дата поступления статьи в редакцию: 21.04.2022

Рецензент: канд. с.-х. наук Гаджиева Г.И.

Аннотация. Западный кукурузный жук (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) – опасный карантинный вредитель кукурузы. Для локализации и ликвидации новых очагов его инвазии на территории Беларуси дана оценка биологической эффективности инсектицидов из разных классов: неоникотиноидов – 20,8–95,5 %, пиретроидов – 75,2–100 %, фосфорорганических соединений – 86,0–100 % и комбинированных инсектицидов – 85,1–100 %. Разработанная тактика применения инсектицидов предполагает выбор препарата с учётом численности вредителя, химической группы и термостойкости.

Ключевые слова: западный кукурузный жук, имаго, численность, инсектициды, эффективность, тактика применения.

Введение. Западный кукурузный жук (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte, ЗКЖ, диабротика) является одним из вредоносных фитофагов кукурузы [6]. На территорию Беларуси первичная инвазия фитофага произошла в 2009 г. в Брестском районе. Проведенный в 2009–2011 гг. комплекс карантинных (запрет на вывоз кукурузы, почвы) и агротехнических мероприятий (севооборот, обработка почвы) позволил локализовать очаг и через два года снять карантин. Однако, с 2012 г. новые очаги инвазии западного кукурузного жука фиксируются ежегодно. Вероятность инвазии ЗКЖ с территориями европейских стран, граничащих с республикой, увеличивается в связи с тем, что вредитель не включен в список карантинных объектов стран Европейского Союза, где строгие карантинные мероприятия по отношению к объекту не проводятся. Также в Беларуси кукуруза возделывается на площади более одного млн. га, что затрудняет размещение ее в севообороте с соблюдением пространственной изоляции от прошлогодних очагов инвазии и государственных границ Польши и Украины [5]. Для Республики Беларусь вредитель имеет статус «карантинного», так как решением Совета Евразийской экономической комиссии от 30 ноября 2016 г. № 158 включен в Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза.

В период с 2015 г. по 2018 г. новые очаги инвазии западного кукурузного жука обнаружены в Брестском, Малоритском, Кобринском, Березовском районах Брестской области и в Гродненском, Свислочском и Берестовицком районах Гродненской области. В 2020 г. впервые выявлена инвазия вредителя в Ельском районе Гомельской области, в 2021 г. – в Волковысском районе Гродненской области. На основании анализа агроклиматических условий, биологических особенностей западного кукурузного жука и результатов феромономониторинга установлено, что на территории Беларуси произошла его акклиматизация, а в южных районах республики сформировалась популяция с высокой численностью.

Для защиты кукурузы от диабротики на сегодняшний день зарегистрировано 7 инсектицидов, содержащих в своем составе действующие вещества из классов пиретроиды, неоникотиноиды, фосфорорганические соединения, комбинированные инсектициды (фосфорорганическое соединение + пиретроид, пиретроид + неоникотиноид) [1].

В связи с ежегодным расширением ареала западного кукурузного жука и увеличением количества постоянных очагов с высокой численностью вредителя, возникла необходимость в проведении оценки эффективности инсектицидов, разработке тактики их применения в агроценозах кукурузы по ликвидации очагов и борьбе с карантинным объектом.

Материалы и методика проведения исследований. Учет имаго диабротики проводился в соответствии с «Анализом фитосанитарного риска западного кукурузного жука *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte для территории Российской Федерации (2007)», «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве» (2009) и разработанными в лаборатории энтомологии «Методическими указаниями по выявлению, идентификации и ликвидации западного кукурузного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte)» (2017 г., 2019 г.) [2, 3, 4] на территории Брестской, Гродненской, Гомельской и Минской областей. Для мониторинга имаго использовали ловушки типа «PAL» (рисунок 1) – лист прозрачного пластика (36x23 см), одна сторона которого покрыта энтомологическим клеем «Унифлекс».

Диспенсер с феромоном «Дивабат» прикреплялся в верхней части пластика. Ловушки развешивались с I декады июля, учет жуков проводили каждые 7–10 дней.



Рисунок 1 – Феромонная ловушка типа «PAL» на растении кукурузы с отловленными имаго диабротики

Расчёт биологической эффективности инсектицидов в снижении численности западного кукурузного жука проводили по формуле:

$$X = \frac{X_1 - X_2}{X_1} \times 100\%,$$

где X – снижение численности западного кукурузного жука, %; X_1 – численность имаго западного кукурузного жука до проведения обработки/ловушку за 7 суток; X_2 – численность имаго западного кукурузного жука в варианте/ловушку за 7 суток [4].

Сроки учетов численности имаго вредителя после проведения химической обработки определяли в соответствии с динамикой лета имаго, обусловленной погодными условиями: 2016 г. – 3 и 7 день после обработки, 2017–2018 гг. – 15 и 21, 2019–2020 гг. – 14–27. Если по результатам наблюдений отмечалось дальнейшее увеличение численности вредителя, было целесообразным проводить учеты в более поздние сроки.

Производственная проверка технологии защиты кукурузы от западного кукурузного жука в агроценозе культуры проведена в 2021 г. в Брестском районе Брестской области.

Результаты исследований и их обсуждение. Для локализации и ликвидации очагов инвазии западного кукурузного жука, а также формирования ассортимента инсектицидов применяли препараты из различных химических классов при разной численности вредителя.

С целью составления прогноза развития и определения оптимальных сроков проведения инсектицидных обработок проведены исследования по изучению биологических и фенологических особенностей *D. virgifera virgifera* Le Conte в республике. Анализ результатов феромономониторинга в 2016–2021 гг. показал, что начало лета имаго западного кукурузного жука отмечалось в II–III декадах июля, массовый лет – в I декаде августа – I декаде сентября. Продолжительность лета имаго в среднем составляла 80–100 дней. Вредитель зимует в стадии яйца в пахотном слое почвы. В сформировавшихся постоянных очагах в Брестской области необходимая для выхода личинок из яиц сумма эффективных температур (160–170 °С) отмечается во II декаде июня. Развитие личинок продолжается 25–28 суток (при среднесуточной температуре воздуха +20...+21,4 °С). Анализ почвенных проб в 2018–2021 гг. показал, что в I–II декадах июля (фаза 8–12 листьев кукурузы) популяция ЗКЖ представлена личинками I–III возрастов и куколками. Развитие куколок при среднесуточной температуре воздуха +19,8...+23,3 °С составляло 12–18 дней.

Оценку эффективности инсектицидов проводили, начиная с 2016 г., когда численность отловленных имаго превысила установленный в тот период ЭПВ (5,0 имаго/ловушку за 7 суток на основании литературных данных европейских ученых). В I декаде августа (конец фазы цветения кукурузы, среднесуточная температура воздуха +18,5 °С), при численности вредителя 5,0 имаго/ловушку за 7 суток проведена обработка инсектицидами из классов пиретроиды – Маврик, ВЭ (тау-флювалинат, 240 г/л), фосфорорганические соединения – Пиринекс, КЭ (хлорпирифос, 480 г/л) и их комбинаций – Пиринекс Супер, КЭ (хлорпирифос, 480 г/л + бифентрин, 20 г/л), Аркуэро, КС (ацетамиприд, 375 г/л + бифентрин, 165 г/л) (таблица 1).

Таблица 1 – Эффективность инсектицидов в защите кукурузы от западного кукурузного жука (производственный опыт, Брестский район, гибрид Бюрли, 2016 г.)

Вариант (норма расхода, л/га)	Численность жуков, ос./ловушку за 7 суток		Снижение численности относительно исходной по дням учетов, %		
	до обработки	после обработки по дням учётов	3	7	
		3			7
Пиринекс, КЭ (1,0)	5,0	0	0,7	100	86,0
Пиринекс Супер, КЭ (1,0)		0	0,6	100	88,0
Маврик, ВЭ (0,3)		0	0,4	100	92,0
Аркуэро, КС (0,06)		0	0,6	100	88,0

Как видно из представленных данных, обработка инсектицидами позволила снизить численность имаго вредителя в течение недели на 86,0–92,0 %. Однако, при проведении учетов в I декаде сентября (конец восковой спелости зерна) через 60 суток после обработки насчитывалось до 34,6 ос./ловушку за 7 суток, что свидетельствовало о том, что защитная обработка проведена в слишком ранние сроки – в начале лета жуков. В связи с этим, сотрудниками лаборатории энтомологии был уточнен ЭПВ, который составил 20,0 имаго/ловушку за 7 суток [3].

С учетом новых данных по пороговой численности вредителя в 2017 г. в очаге инвазии диабротики (Брестский район) обработка растений препаратом Маврик, ВЭ (0,3 л/га) проведена в I декаде августа при численности западного кукурузного жука 21,0 имаго/ловушку за 7 суток. Применение инсектицида способствовало снижению численности имаго на 86,7 % в течение трех недель (таблица 2).

Таблица 2 – Эффективность инсектицидов в защите кукурузы от западного кукурузного жука (производственные опыты, Брестский район)

Вариант (норма расхода, л (кг)/га)	Численность жуков, ос./ловушку за 7 суток		Снижение численности относительно исходной по дням учетов, %		
	до обработки	после обработки по дням учетов			
2017 г. (I декада августа)					
Маврик, ВЭ (0,3)	21,0	15	21	15	21
		5,2	2,8	75,2	86,7
2018 г. (I декада августа)					
Эфория, КС (0,2)	24,0	15	21	15	21
		1,2	3,2	95,0	86,5
2019 г. (II декада августа)					
Органза, КС (0,2)	33,4	11	27	11	27
		2,6	0,35	92,2	98,0
Агент, ВДГ (0,06)		26,6	14,1	20,8	58,0
Маврик, ВЭ (0,3) + Пири-некс Супер, КЭ (1,0)		0	5,0	100	85,1
2020 г. (II декада августа)					
Органза, КС (0,2)	33,6	14	27	14	27
		1,3	5,4	97,2	87,8
Агент, ВДГ (0,06)		2,0	17,8	95,5	60,0

В вегетационном сезоне 2018 г. в очаге инвазии в конце II декады июля отмечен активный лет имаго диабротики, на ловушку учитывалось 13,0 ос. за 7 суток, в I декаде августа численность вредителя составляла 24,0 ос./ловушку за 7 суток, что послужило обоснованием проведения

химической обработки. С этой целью использовали двухкомпонентный инсектицид Эфория, КС (лямбда-цигалотрин, 106 г/л + тиаметоксам, 141 г/л). Учеты показали, что на 15-й день биологическая эффективность инсектицида составила 95,0 %, на 21-й – 86,5 % (таблица 2).

В условиях 2019–2020 гг. в новом очаге инвазии диабротики лет имаго зафиксирован в конце II декады июля, в посевах кукурузы насчитывалось 8,7–9,1 ос./ловушку за 7 суток. Во II декаде августа вылавливалось вредителя 33,4–33,6 ос./ловушку за 7 соответственно году исследований, что было выше экономического порога вредоносности. Вследствие этого проведены обязательные химические обработки посевов кукурузы инсектицидами из трёх химических классов: неоникотиноиды – Агент, ВДГ (ацетамиприд, 200 г/кг), комбинированные инсектициды – Органза, КС (ацетамиприд, 100 г/л + лямбда-цигалотрин, 100 г/л), Пиринекс Супер, КЭ, пиретроиды – Маврик, ВЭ (таблица 2). Анализ данных в таблице показал, что в годы исследований применение препаратов из разных классов способствовало уменьшению численности имаго на 20,8–100 %.

Так же следует отметить, что обработка инсектицидами в период вегетации снижает как численность жуков, так и предотвращает массовую откладку ими яиц, из которых в следующем сезоне отродятся личинки – наиболее вредоносная стадия развития западного кукурузного жука.

В связи с дальнейшей акклиматизацией диабротики возникла необходимость разработки тактики применения инсектицидов с учётом численности вредителя, химических классов и термостойкости препаратов (зачастую проведение обработок преподает период с высокими температурами воздуха как в дневное, так и в утреннее и вечернее время). Опытные варианты представляли собой обработки посевов препаратами из класса неоникотиноиды (Агент, ВДГ – нормативный эффект достигается при температуре воздуха до +25 °С) и комбинированные инсектициды – неоникотиноид + пиретроид (Органза, КС – до +28 °С) при разной численности карантинного вредителя в разных погодных условиях (таблица 3).

Как видно из данных таблицы 3, при численности имаго ЗКЖ 33,6 ос./ловушку за 7 суток (выше ЭПВ на 13,6 ос.) на 7-е сутки после обработки инсектицидом Органза, КС (0,2 л/га) численность диабротики снизилась на 98,5 %. Биологическая эффективность инсектицида Агент, ВДГ составила 89,0 %, однако из-за высокой температуры воздуха (+32,1 °С) эффективность, по данным последующих учетов (11-е и 32-е сутки) резко снизилась до 20,8 и 58,0 %.

При численности имаго ЗКЖ в очаге инвазии 8,4 ос./ловушку за 7 суток за период наблюдений получена достаточно высокая биологическая эффективность как комбинированного инсектицида (76,7–96,7 %), так и неоникотиноида (66,6–92,3 %) (таблица 3).

Таблица 3 – Тактика применения инсектицидов для защиты кукурузы от имаго западного кукурузного жука

Показатели	Опытные варианты			
	Вариант 1		Вариант 2	
Препарат	Агент, ВДГ	Органза, КС	Агент, ВДГ	Органза, КС
Действующее вещество	ацетамиприд, 200 г/л	ацетамиприд, 100 г/л + лямбда-цигалотрин, 100 г/л	ацетамиприд, 200 г/л	ацетамиприд, 100 г/л + лямбда-цигалотрин, 100 г/л
Химический класс	неоникотиноид	комбинированный препарат (неоникотиноид + пиретроид)	неоникотиноид	комбинированный препарат (неоникотиноид + пиретроид)
Термостойкость	до +25 °С	до +28 °С	до +25 °С	до +28°С
Норма расхода, л (кг)/га	0,06	0,2	0,06	0,2
ЭПВ, имаго/ловушку за 7 суток	20,0			
Численность жуков до обработки, ос./ловушку за 7 суток	8,4 (ниже ЭПВ на 11,6)		33,6 (выше ЭПВ на 13,6)	
Дата обработки	8 августа 2018 г.		16 августа 2019 г.	
Среднесуточная t воздуха в день обработки, °С	+22,6 мах дневная +29,9		+17 мах дневная +24,4	
Снижение численности имаго западного кукурузного жука по суткам после обработки, % (среднесуточная t воздуха в период действия препаратов):				
1-7 (+20,0, max +26,1)	–	–	89,0	98,5
8-11 (+20,7, max +32,1)	–	–	20,8	92,2
12-32 (+18,3, max +25,5)	–	–	58,0	98,0
1-15 (+21,4, max +27,8)	80,0	82,5	–	–
16-21 (+17,6, max +23,1)	66,6	76,7	–	–
22-28 (+19,0, max +24,7)	92,3	96,7	–	–

Примечание. max – максимальная температура воздуха, °С.

Таким образом, для ликвидации очагов диабротики с высокой численностью на посевах кукурузы необходимо применять разрешенные термостойкие инсектициды (+25...+28 °С). Препарат Агент, ВДГ (неоникотиноид) и пиретроиды (по результатам ранее проведенных в лаборатории исследований) целесообразно применять при численности жуков ЗКЖ ниже или на уровне экономического порога вредоносности в период массового лета имаго.

Таким образом, для ликвидации очагов инвазии и защиты кукурузы от западного кукурузного жука на территории Беларуси необходимо выполнять комплекс фитосанитарных мероприятий, разработанный в лаборатории энтомологии РУП «Институт защиты растений» [3] и соблюдать вышеизложенную тактику применения разрешенных инсектицидов.

В 2021 г. производственная проверка эффективности технологии борьбы с западным кукурузным жуком проведена в Брестском районе Брестской области.

Производственный участок площадью 24 га располагался в приграничной (на расстоянии 5 км от государственной границы с Украиной) и буферной (17 км от границ карантинной фитосанитарной зоны) зонах. Согласно разработанным рекомендациям феромономониторинг западного кукурузного жука проводился с 1 июля. Лет имаго вредителя отмечен в период выбрасывания метелок во II декаде июля. В конце фазы цветения в I декаде августа насчитывалось 22,4 жуков/ловушку за 7 суток (ЭПВ 20,0 жуков/ловушку за 7 суток), что послужило обоснованием для применения комбинированного инсектицида Органза, КС с нормой расхода 0,2 л/га (максимальная температура воздуха в день обработки +27,7 °С) (таблица 4).

Таблица 4 – Эффективность инсектицида Органза, КС от западного кукурузного жука в посеве кукурузы (производственный опыт, гибрид Ладога, 2021 г.)

Вариант (норма расхода, л/га)	Численность жуков, ос./ловушку за 7 суток			Снижение численности относительно исходной по дням учетов, %	
	до обработки	после обработки по дням учетов			
		14	21	14	21
Органза, КС (0,2)	22,4	0,8	0,49	96,4	97,8

Биологическая эффективность препарата Органза, КС на 14-й и 21-й дни после обработки от западного кукурузного жука составила 96,4–97,8 %.

Так же согласно разработанной технологии ликвидации очага инвазии ЗКЖ помимо внесения инсектицида, выполнен комплекс фитосанитарных мероприятий: проведена ранняя уборка кукурузы на зеленую массу (конец августа) с последующей глубокой вспашкой, в севообороте на данном поле рекомендован посев зерновых культур (озимых или яровых), рапса (ярового), свеклы, картофеля, семенами, обработанными препаратами инсектицидного действия для этих культур; в вегетационном сезоне 2022 г. посевы кукурузы размещать на расстоянии не менее 1,5 км от данного поля.

По результатам проведенных исследований сформирован ассортимент инсектицидов для ликвидации очагов инвазии имаго западного кукурузного жука (таблица 5) [1].

Таблица 5 – Препараты для защиты кукурузы от западного кукурузного жука

Торговое название, препаративная форма, действующее вещество, заявитель	Норма расхода препарата, л (кг)/га	Способ, время обработки, ограничения	Срок последней обработки (в днях до сбора урожая)	Кратность обработок
АГЕНТ, ВДГ (ацетамиприд, 200 г/кг), ООО Группа Компаний «ЗемлякоФФ», Россия	0,06	Опрыскивание в период вегетации	36	1
АРКУЭРО, КС (ацетамиприд, 375 г/л + бифентрин, 165 г/л), ООО «АДАМА РУС», Россия	0,06		30	
МАВРИК, ВЭ (тау-флювалинат, 240 г/л), ООО «АДАМА РУС», Россия	0,3		22	
ОРГАНЗА, КС (ацетамиприд, 100 г/л + лямбда-цигалотрин, 100 г/л), ООО Группа Компаний «ЗемлякоФФ», Россия	0,2		36	
ПИРИНЕКС СУПЕР, КЭ (хлорпирифос, 400 г/л + бифентрин, 20 г/л), ООО «АДАМА РУС», Россия	1,0		35	
ПИРИНЕКС, КЭ (хлорпирифос, 480 г/л), ООО «АДАМА РУС», Россия	1,0		30	
ЭФОРИЯ, КС (лямбда-цигалотрин, 106 г/л + тиаметоксам, 141 г/л), Сингента Кроп Протекшн АГ, Швейцария	0,2		30	

Заключение. Установлено, что для снижения численности имаго западного кукурузного жука в агроценозах кукурузы и локализации очагов его инвазии на территории республики применение инсектицидов высоко эффективно. Наиболее высокий эффект (85,1–100 %) обеспечили инсектициды Маврик, ВЭ – 0,3 л/га, Пиринекс Супер, КЭ – 1,0 л/га, Органза, КС – 0,2 л/га. Биологическая эффективность инсектицида Агент, ВДГ – 0,06 кг/га составила 20,8–89,0 %.

Производственная проверка технологии по ликвидации очага инвазии ЗКЖ показала высокую биологическую эффективность (96,4–97,8 %) опрыскивания инсектицидом Органза, КС, при численности фитофага до обработки 22,4 имаго/ловушку за 7 суток (ЭПВ 20,0 имаго/ловушку за 7 суток).

Таким образом, для ликвидации очагов с высокой численностью диабротики на посевах кукурузы необходимо применять разрешенные термостойкие (+25...+28 °С) инсектициды (Аркуэро, КС (нормативный эффект достигается при температуре воздуха до + 25 °С), Маврик, ВЭ (до +27 °С), Органза, КС (до +28 °С), Пиринекс Супер, КЭ (до +25 °С), Эфория, КС (до +25 °С)). Препараты из химического класса пиретроиды (разрешённые на кукурузе от других вредителей) и инсектицид Агент, ВДГ из класса неоникотиноиды следует использовать при численности

жуков ЗКЖ ниже или на уровне экономического порога вредоносности в период массового лета имаго при температуре воздуха до +20 °С.

Список литературы

1. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / ГУ «Главная гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»: инсектициды [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.ggiskzr.by/archive/inspection_protection-plants/6.1.%20И%20и%20акарициды.pdf. – Дата доступа: 16.03.2022.
2. Анализ фитосанитарного риска западного кукурузного жука *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte для территории Российской Федерации / ФГУ «Всерос. центр карантина растений»; ред. Т. В. Артемьева. – 2007. – 70 с.
3. Методические указания по выявлению, идентификации и ликвидации западного кукурузного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) / С. В. Сорока [и др.]; РНДУП «Ин-т защиты растений», ГУ «Главная гос. инспекция по семеноводству, карантину и защите растений». – Минск: Колорград, 2017. – 28 с.
4. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскицидов, родентицидгов и феромонов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений»; под ред. Л.И. Трепашко; рец.: Д. М. Бояр, А. И. Блищев. – д. Прилуки, Минский район: РУП «Ин-т защиты растений», 2009. – 319 с.
5. Трепашко, Л. И. Об инвазии западного кукурузного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) на территорию Беларуси / Л. И. Трепашко // Защита и карантин растений. – 2021. – № 4. – С. 35–38.
6. Control of western corn rootworm damage by application of soil insecticides at different maize planting times / Massimo Blandino [et al] // Crop Protection. – № 93 – 2017. – P. – 19–27 [Electronic resourceE]. – Mode of access: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219416303192>. – Date of access: 10.02.2021.

M.G. Nemkevich, A.S. Samonov, L.I. Trepashko
RUE «Institute of plant protection», Priluki, Minsk region

APPLICATION OF INSECTICIDES – AN IMPORTANT ASPECT OF THE TECHNOLOGY OF CORN PROTECTION AGAINST WESTERN CORN ROOTWORM (*DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA* LE CONTE)

Annotation. Western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) is a dangerous quarantine pest of corn. To localize and eliminate new foci of its invasion on the territory of Belarus an assessment was made of the biological efficiency of insecticides from different classes: neonicotinoids – 20.8–95.5 %, pyrethroids – 75.2–100 %, organophosphorus compounds – 86.0–100 % and combined insecticides – 85.1–100 %. The developed tactics for the application of insecticides involves the choice of the preparation, taking into account the number of the pest, chemical group and heat resistance.

Key words: Western corn rootworm, imago, number, insecticides, efficiency, application tactics.