

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ ИНСЕКТИЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ ПРОТИВ ДОМИНАНТНЫХ ВРЕДИТЕЛЕЙ КУКУРУЗЫ

Рецензент: канд. с.-х. наук Супранович Р.В.

Аннотация. В статье приведены результаты расчета экономических порогов целесообразности применения инсектицидов для предпосевной обработки семян и в период вегетации для защиты кукурузы от проволочников и стеблевого кукурузного мотылька.

Установлено, что для защиты кукурузы от проволочников предпосевную обработку семян кукурузы при возделывании на зерно препаратами инсектицидного действия целесообразно проводить при численности вредителей до посева 11,0–15,0 ос./м², при возделывании на зеленую массу – 17,0–20,0 ос./м². В период выбрасывания метелок при возделывании кукурузы на зерно применение инсектицидов в зависимости от их стоимости целесообразно при численности стеблевого мотылька 4,0–8,0 яйцекладок/100 растений, на зеленую массу – 5,0–12,0 яйцекладок/100 растений.

Ключевые слова: стеблевой кукурузный мотылек, проволочники, кукуруза, экономические пороги целесообразности применения инсектицидов.

Введение. Кукуруза является одной из наиболее широко возделываемых зернофуражных культур в мире. По данным ФАО мировое производство кукурузы ежегодно увеличивается, в перспективе к 2024–2025 гг. производство кукурузы вырастет на 15,5 % (по отношению к 2014–2015 гг.) и составит 1 143,3 млн т [4].

В 2018 г. в Беларуси посевные площади кукурузы составили 970,2 тыс. га, из них 168,6 тыс. га на зерно, валовый сбор составил 1,4 млн т, при урожайности 84,1 ц/га. Урожайность зеленой массы достигла 249,0 ц/га. Для получения стабильно высоких урожаев кукурузы необходимо выполнение комплекса агротехнических и химических мероприятий, направленных на защиту от вредителей, потери урожая от которых могут достигать более 20,0 %.

В сложившихся экономических условиях применение инсектицидов должно обеспечивать не только высокую биологическую и хозяйственную эффективность, но и быть рентабельным. Цель наших исследований – определить экономическую целесообразность приме-

нения инсектицидов для защиты от доминантных вредителей кукурузы, возделываемой на зерно и зеленую массу.

Материалы и методы. Учеты динамики численности и вредоносности проволочников и стеблевого кукурузного мотылька проводили путем маршрутных обследований агроценозов кукурузы в научных селекционных учреждениях и опытных станциях, в базовых хозяйствах республики – в Брестской (ОАО «СГЦ «Западный», ОАО «Комаровка», Брестский район); в Гомельской (ОАО «Красная Армия», Рогачевский район), в Минской (РУП «Институт защиты растений», ОАО «Гастелловское» и ОАО «Щомыслица», Минский район) областях.

Фенологические фазы кукурузы отмечали согласно коду ВВСН через 7-10 дней.

Численность проволочников учитывали до сева кукурузы и в фазе 3–4 листьев методом почвенных раскопок на глубину до 30 см ручным буром конструкции Г. К. Пятницкого, диаметром 11,3 см (площадь рабочей поверхности 0,01 м²). Проводили отбор 20 почвенных проб с опытного участка, затем устанавливали среднюю численность вредителей (особь на 1 м²).

Численность проволочников на кукурузе с учетом встречаемости определяли по формуле:

$$Y = \frac{X_1 \times 1 + X_2 \times 2 + \dots + X_n \times n}{N \times n} \times 9 \times 2,$$

где Y – численность проволочников на 1 м пог.;

X_1 – количество проб, в которых число проволочников равно единице;

X_2 – количество проб, в которых число проволочников равно двум;

X_n – количество проб, в которых число проволочников равно n ;

n – максимальное количество проволочников в пробе;

N – общее количество проб.

В течение вегетационного периода кукурузы в производственных и полевых опытах в динамике проводили учеты поврежденности растений и численности проволочников. Начиная с фазы всходов кукурузы с 1 погонного метра в 10 местах подсчитывали общее количество растений, число погибших и угнетенных растений, устанавливали процент поврежденности проволочниками.

Заселенность растительных остатков зимующими гусеницами и куколками стеблевого кукурузного мотылька в осенний и весенний периоды учитывали методом визуального осмотра с последующим вскрытием 10 стеблей пожнивных остатков, взятых в 10 местах по диагонали поля. Для определения численности яйцекладок и гусениц стеблевого кукурузного мотылька, поврежденности им растений отбирали растительные пробы по 10 стеблей в 10 местах по диагонали опытного поля.

Расчёт биологической эффективности препаратов для предпосевной обработки семян и инсектицидов по степени поврежденности растений вредителями проводили по формуле:

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

где X – снижение поврежденности растений, %;

X_1 – поврежденность растений в контроле, %;

X_2 – поврежденность растений в варианте, % [2].

В производственных опытах размер делянок составлял 5 га, повторность двукратная, для полевых – 25 м², повторность четырехкратная. Учеты проводили по каждому варианту опыта согласно «Методических указаний по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве» (2005). Расчет коэффициентов, экономических порогов вредоносности осуществляли с использованием методик, разработанных в лаборатории энтомологии (Л. И. Трепашко, 2002) [3].

Результаты исследований статистически обработаны методами корреляционно-регрессионного и дисперсионного анализов с использованием программ Excel, Oda, Statistica.

Результаты и их обсуждение. По результатам многолетнего мониторинга фитосанитарной ситуации в посевах кукурузы установлено, что в период всходы – 2–4 листа наибольший вред наносят многоядные почвообитающие фитофаги – злаковые щелкуны (*Agriotes* spp., сем. Elateridae), личинки которых (проволочники) выгрызают эндосперм прорастающего семени, питаются корнями молодых растений. В засушливые годы личинки при питании проникают во внутреннюю часть стебля, питаются проводящими тканями, из-за чего растение вянет. При высокой численности проволочников на посевах поврежденные растения желтеют, погибают и выдуваются из рядков, в результате чего наблюдается так называемое «изреживание» [1, 5, 6].

Высоко эффективным способом защиты кукурузы от проволочников является обработка семян препаратами инсектицидного действия. В настоящее время для защиты кукурузы от проволочников в «Государственный реестр средств защиты растений...» (2017) внесено 26 препаратов из 4 химических классов: неоникотиноиды, пиретроиды, фенилпиразолы и антраниламиды, однако большую часть из них составляют неоникотиноиды (11 наименований).

Для получения высокой рентабельности защитных мероприятий необходимо рассчитать экономические пороги численности проволочников перед севом, при которых целесообразно применение препаратов для предпосевной обработки семян с учётом стоимости пестицида и

возможного сохраненного урожая за счет снижения вредоносности фитофагов. Экономическую целесообразность предпосевной обработки семян кукурузы рассчитывали для однокомпонентных препаратов Койот, КС (д.в. имидаклоприд, 600 г/л), Пикус, КС (д.в. имидаклоприд, 600 г/л) и Командор, ВРК (имидаклоприд, 200 г/л), и двухкомпонентного Табу Супер, СК (имидаклоприд, 400 г/л + фипронил, 100 г/л). Как видно из данных, представленных в таблице 1, экономические пороги целесообразности применения протравителей (ЭПЦ) меняются в зависимости от целевого возделывания кукурузы и стоимости обработки. При возделывании кукурузы на зерно протравливание семян препаратами инсектицидного действия на планируемом поле окупится при численности проволочников не более 11,0–15,0 ос./м², при уборке на зеленую массу – 17,0–20,0 ос./м².

Таблица 1 – Экономические пороги целесообразности применения препаратов для предпосевной обработки семян (ЭПЦ) для защиты кукурузы от проволочников

Препарат, (д.в.)	Норма расхода, л/т	Стоимость обработки семян, долл. США/га	ЭПЦ (ос./м ²) при возделывании кукурузы на	
			зерно	зеленую массу
Табу Супер, СК (имидаклоприд, 400 г/л + фипронил, 100 г/л)	5,0	15,6	14,0	18,0
	6,0	17,2	15,0	20,0
Койот, КС (имидаклоприд, 600 г/л)	4,0	14,3	11,0	17,0
	5,0	16,2	14,0	19,0
Пикус, КС (имидаклоприд, 600 г/л)	5,0	17,2	15,0	20,0
Командор, ВРК (имидаклоприд, 200 г/л)	7,0	15,0	13,0	18,0

Производственная проверка разработанных экономических порогов целесообразности применения препаратов для предпосевной обработки семян кукурузы от проволочников проводилась в ОАО «Красная Армия» (Рогачевский район, Гомельская область) в 2010 г. на посевах кукурузы гибрида Полесский 212. Численность проволочников перед севом составила 33,3 ос./м². Исходя из численности проволочников прогнозировалась поврежденность растений 26,7 %, что могло вызвать потери урожая зеленой массы до 80,0 ц/га. Результаты производственной проверки показали, что при обработке семян препаратом Пикус, КС с нормой расхода 5,0 л/т прогнозируемые показатели по поврежденности растений проволочниками оправдались на 87,2 %, по биологической эффективности – на 95,3 %, по урожайности зеленой массы – 80,0 %, по сохраненному урожаю зеленой массы – на 77,9 %, что позволило сохранить 92,4 ц/га зеленой массы кукурузы (таблица 2).

Таблица 2 – Эффективность предпосевной обработки семян препаратом Пикус, КС, при возделывании кукурузы на зеленую массу от проволочников (производственные опыты, ОАО «Красная Армия», Рогачевский район, Гомельская область, гибрид Полесский 212, 2010 г.)

Название препарата, (д.в.), норма расхода, л/т	Численность проволочников перед севом, ос./м ²	Поврежденность растений, %			Биологическая эффективность, %			Сохраненная урожайность, ц/га		
		прогнозируемая	фактическая	оправданность, %	прогнозируемая	фактическая	оправданность, %	прогнозируемая	фактическая	оправданность, %
Контроль (без обработки)	33,3	26,7	23,3	87,2	–	–	–	–	–	–
Пикус, КС (имидаклоприд, 600 г/л) – 5,0		2,7	3,3		90,0	85,8	95,3	72,0	92,4	77,9

В связи с расширением ассортимента протравителей семян кукурузы проверялась достоверность рассчитанных ЭПД применения одно- и двухкомпонентных препаратов инсектицидного действия в ОАО «Красная Армия» (Рогачевский район, Гомельская область) на производственных посевах кукурузы в очагах с высокой численностью проволочников. В 2015 г. при численности проволочников до сева 43,0 ос./м² применяли препарат Табу Супер, СК с нормами расхода 5,0 и 6,0 л/т. По результатам учетов, проведенных в I декаде июня, в фазу 5–6 листьев кукурузы поврежденность растений проволочниками снизилась в вариантах, где применяли препарат Табу Супер, ВСК с нормами расхода 5,0 и 6,0 л/т – на 79,9 и 82,3 % соответственно (таблица 3).

Таблица 3 – Эффективность препаратов для предпосевной обработки семян инсектицидного действия для защиты кукурузы от проволочников (производственные опыты, ОАО «Красная Армия», Рогачевский район, Гомельская область)

Вариант опыта, (д.в.)	Норма расхода препарата, л/т	Численность проволочников до обработки, ос./м²	Повреждено растений, %	Биологическая эффективность, %
2015 г., гибрид Порумбень				
Контроль (без обработки)	—	43,0	64,3	—
Табу Супер, СК (имидаклоприд, 400 г/л + фипронил, 100 г/л)	5,0		12,9	79,9
	6,0		11,4	82,3
2017 г., гибриды Лювена и Днепровский 181 СВ				
Контроль (без обработки)*	—	22,0	24,7	—
Койот, КС ** (имидаклоприд, 600 г/л)	4,0		5,4	78,0

* Гибрид Лювена; ** Гибрид Днепровский 181 СВ.

В 2017 г. эффективность препаратов для предпосевной обработки семян инсектицидного действия оценивали при численности проволочников до сева 22,0 ос./м². В фазе 6–8 листьев кукурузы, в III декаде июня, поврежденность растений в контроле составила 24,7 %, в варианте, где семена кукурузы были обработаны препаратом Койот, КС с нормой расхода 4,0 л/т поврежденность растений снизилась на 78,0 % (таблица 3). Полученные данные в производственных условиях подтвердили достоверность экономически обоснованных пороговых численностей проволочников, при которых целесообразна предпосевная обработка семян кукурузы препаратами инсектицидного действия.

Во второй половине вегетации кукурузы вред растениям наносит стеблевой мотылек (*Ostrinia nubilalis* Hbn., сем. Crambidae). Самки мотылька откладывают яйца в период выбрасывания метелки–цветения кукурузы. В зависимости от погодных условий эмбриональный период продолжается 5–7 дней. Гусеницы стеблевого мотылька младших возрастов непродолжительное время находятся на поверхности листьев, выгрызают «окошечки» на листовой пластинке, затем перемещаются во внутреннюю часть листовой воронки. Они также повреждают метелку, внутреннюю часть стебля, выгрызая в ней широкие полости, что приводит к сломам стеблей. Гусеницы питаются на початках кукурузы, вызывая значительные (более 15,0–20,0 %) потери урожая зерна [1, 5].

Установлено, что предпосевная обработка семян препаратами инсектицидного действия не обеспечивает защиту кукурузы от гусениц стеблевого мотылька. Период защиты культуры протравителями заканчивается до вылета бабочек и отрождения гусениц стеблевого мотылька. На основании многолетних исследований был сформирован ассортимент инсектицидов для защиты кукурузы от стеблевого мотылька. Большую часть (17 препаратов) составляют термостойкие двухкомпонентные инсектициды, поскольку химическая защита кукурузы от стеблевого мотылька проводится в III декаду июня – II декаду июля, когда среднесуточные температуры воздуха превышают +21 °С. На примере инсектицидов с двумя действующими веществами и синтетического пиретроида рассчитаны экономические пороги целесообразности их применения против стеблевого мотылька на посевах кукурузы, возделываемой на зеленую массу и зерно. При более высокой стоимости инсектицидов доля сохраненного урожая зерна и зеленой массы выше по сравнению с необходимой прибавкой урожая.

Как видно из данных, представленных в таблице 4, количество продукции для окупаемости инсектицида Амплиго, МКС намного выше, чем для окупаемости обработки препаратом Велес, КС, что объясняется стоимостью затрат (таблица 4).

Таблица 4 – Количество продукции, окупающее затраты на защиту от стеблевого кукурузного мотылька в посевах кукурузы при возделывании на разные цели

Препарат, (д.в.)	Норма расхода, л/га	Количество продукции (ц/га), окупающее затраты на защиту растений при возделывании кукурузы на:		
		семена	зерно	зеленую массу
Амплиго, МКС (лямбда-цигалотрин, 50 г/л + хлорантранилипрол, 100 г/л)	0,3	3,1	8,8	262,8
Велес, КС (тиаклоприд, 150 г/л + дельтаметрин, 20 г/л)	0,3	1,8	3,8	121,7

Соответственно и пороговая численность будет меняться в зависимости от затрат и целевого использования выращиваемой продукции кукурузы. При возделывании кукурузы на зерно экономически целесообразно применять инсектициды при численности 4,0-8,0 яйцекладок/100 растений, на зеленую массу – 5,0-12,0 яйцекладок/100 растений (таблица 5).

Таблица 5 – Экономические пороги целесообразности применения инсектицидов для защиты кукурузы от стеблевого мотылька при возделывании на зерно и зеленую массу

Инсектициды, (д.в.)	Норма расхода, л/га	ЭПЦ (яйцекладка/100 растений) при возделывании кукурузы на:	
		зерно	зеленую массу
Однокомпонентные препараты			
Маврик, ВЭ (тау-флювалинат, 240 г/л)	0,3	5,0	6,0
Двухкомпонентные препараты			
Велес, КС (тиаклоприд, 150 г/л + дельтаметрин, 20 г/л)	0,3	4,0	5,0
Декстер, КС (лямбда-цигалотрин, 106 г/л + ацетамиприд, 115 г/л)	0,2	4,0	5,0
Пиринекс супер, КЭ (хлорпирифос, 400 г/л + бифентрин, 20 г/л)	1,0	5,0	7,0
Амплиго, МКС (лямбда-цигалотрин, 50 г/л + хлорантранилипрол, 100 г/л)	0,2	6,0	9,0
	0,3	8,0	12,0

В связи с тем, что стоимость зерна кукурузы выше, чем себестоимость зеленой массы, применение инсектицидов против стеблевого мотылька более рентабельно на посевах кукурузы возделываемой на зерно. Однако, для предупреждения формирования очагов высокой численности и дальнейшего расширения ареала опасного вредителя в Беларуси, необходимо контролировать его численность и проводить комплекс агротехнических и химических мероприятий.

В 2014 и 2015 гг. рассчитанные экономические пороги целесообразности применения инсектицидов против стеблевого мотылька оценивались на производственных посевах кукурузы, при численности фитофага 2,0

и 4,0 яйцекладки/100 растений, на которых применяли инсектициды разные по стоимости Амплиго, МКС (0,3 л/га) и Велес, КС (0,3 л/га).

По результатам учетов, проведенных перед уборкой урожая биологическая эффективность препарата Велес, КС при численности 2,0 яйцекладки/100 растений составила 78,7 %, при 4,0 яйцекладках/100 растений – 73,9 %, Амплиго, МКС – 95,6 и 89,1 % соответственно. За счет снижения вредоносности мотылька сохраненная урожайность зерна в вариантах, с применением инсектицида Велес, КС, при численности мотылька 2,0 яйцекладки/100 растений составила 4,0 ц/га зерна, при 4,0 яйцекладках/100 растений – 14,4 ц/га, где обрабатывали растения препаратом Амплиго, МКС – 4,1 и 16,9 ц/га соответственно. В связи с тем, что затраты на защиту по вариантам существенно отличались, экономическая эффективность проведенных мероприятий также значительно изменялась. При высокой численности вредителя рентабельность примененного инсектицида Велес, КС составила 727,0 %, Амплиго, МКС – 325,1 %. На посевах кукурузы, где перед обработкой насчитывалось в среднем 2,0 яйцекладки/100 растений окупился инсектицид Велес, применение Амплиго, МКС при такой численности стеблевого мотылька было не рентабельно (таблица 6).

Таблица 6 – Экономическая эффективность инсектицидов для защиты кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька (производственный опыт, КСУП «СГЦ «Западный» Брестский район, 2014–2015 гг.)

Показатель	Амплиго, МКС – 0,3 л/га		Велес, КС – 0,3 л/га	
	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.
Численность перед обработкой, яйцекладок/100 растений	4,0	2,0	4,0	2,0
Биологическая эффективность, %	89,1	95,6	73,9	78,7
Сохранено зерна, ц/га	16,9	4,1	14,4	4,0
Стоимость сохраненной урожайности зерна, долл. США/ц *	287,3	48,4	244,8	47,2
Всего затрат на защиту растений, долл. США/га*	67,6	60,6	29,6	23,0
Чистый доход от мероприятия по защите растений, долл. США/га	219,7	-12,2	215,2	24,2
Рентабельность мероприятия по защите растений от стеблевого кукурузного мотылька, %	325,1	0	727,0	105,2

Примечание – *- показатели рассчитаны по ценам 2015 г.

Полученные данные по эффективности инсектицидов в производственных условиях подтвердили достоверность рассчитанных экономических порогов численности стеблевого мотылька для применения инсектицидов с разной стоимостью.

Заключение. Таким образом, с учетом вредоносности доминантных фитофагов кукурузы – проволочников и стеблевого мотылька

рассчитанные экономические пороги целесообразности применения пестицидов с разной их стоимостью при возделывании кукурузы на зерно или зеленую массу, позволяют повысить рентабельность защитных мероприятий и снизить себестоимость получаемой продукции.

Список литературы

1. Возделывание кукурузы на зерно и силос / Н.Ф. Надточаев [и др.] // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2017. – С. 453–492.
2. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / РУП «Ин-т защиты растений». – д. Прилуки, Минский р-н, 2009. – 320 с.
3. Методические указания по расчету эколого-экономических порогов и комплексных эколого-экономических порогов целесообразности применения средств защиты растений против вредных организмов на зерновых культурах / БелНИИ защиты растений; сост. Л. И. Трепашко. – Минск, 1997. – 24 с.
4. Производство кукурузы в мире. Страны-производители кукурузы / Экспертно-аналитический центр агробизнеса / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ab-centre.ru/page/proizvodstvo-kukuruzy-v-mire-strany-proizvoditeli-kukuruzy>. – Дата доступа: 20.05.2019.
5. Трепашко, Л.И. Вредители кукурузы: прогноз и защита посевов / Л.И. Трепашко, А.В. Быковская // Белорус. сел. хоз-во. – 2018. – № 2. – С. 93–94.
6. Трепашко, Л.И. Предпосевная обработка семян препаратами инсектицидного действия для защиты кукурузы от проволочников / Л.И. Трепашко, А.В. Быковская, О.В. Илюк // «Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси»: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основания РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию», 5-6 июля 2017 г., г. Жодино / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2017. – С. 127–129.

L.I. Trepashko, A.V. Bykovskaya, O.V. Iljuk

RUE «Institute of Plant Protection», a/c Priluki, Minsk district

ECONOMIC SUBSTANTIATION OF THE INSECTICIDAL ACTION PREPARATIONS APPLICATION AGAINST THE DOMINANT CORN PESTS

Annotation. The results of the economic expediency thresholds of insecticides application for pre-sowing seed treatment and during vegetation for corn protection against wireworms and the European corn borer are presented in the article.

It is determined that for corn protection against wireworms the pre-sowing corn seed treatment by the insecticidal action preparations for seed growing is expedient at the pest number before sowing 11,0-20,0 indiv./m², for green mass – 17,0-20,0 indiv./m². At tasseling with corn cultivation for grain the insecticides application depending on their price is expedient at the European corn borer number 4,0-8,0 egg layings/100 plants, for green mass – 5,0-12,0 egg layings/100 plants.

Key words: the European corn borer, wireworms, corn, economic expediency thresholds of insecticides application.