

А. А. Запрудский¹, Д. Ф. Привалов¹, С. А. Гайдарова¹, Е. В. Стрелкова²
¹ РУП «Институт защиты растений», аг. Прилуки Минский р-н
² Белорусский национальный технический университет, Минск

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСЕКТИЦИДОВ ПРОТИВ РАПСОВОГО ЦВЕТОЕДА В ПОСЕВАХ ОЗИМОГО РАПСА

Дата поступления статьи в редакцию: 29.05.2024

Рецензент: доктор с.-х. наук Налобова В.Л.

Аннотация: В статье представлены результаты исследований по оценке эффективности инсектицидов из различных химических групп против рапсового цветоеда в посевах озимого рапса. Установлено, что двукратное опрыскивание препаратами на основе тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га), имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га) и циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га), обеспечивает снижение численности рапсового цветоеда до 81,5–91,5 %, получение наибольшего достоверного сохранённого урожая – 6,8–7,9 ц/га, условного чистого дохода – 611,9–717,3 руб/га.

Ключевые слова: озимый рапс, рапсовый цветоед, инсектициды, эффективность, сохраненный урожай.

Введение. Рапс – ценная масличная и кормовая культура, источник высококачественного растительного масла и кормового белка. Озимый рапс, как никакая другая культура, удачно сочетает в себе высокую потенциальную урожайность семян (30–40 ц/га и более), с высоким содержанием масла (45–48 %) и белка в семенах (22–25 %) и в зелёной массе (3–4 %) [1].

Семена озимого рапса содержат 47–49 % сырого жира. По сравнению с другими сельскохозяйственными культурами он имеет преимущества, так как способствует повышению продуктивности культур, следующих за ним в севообороте, хотя и требует больших затрат на удобрения, защиту растений. Опыт хозяйств подтверждает, что рапс в севооборотах с высокой концентрацией зерновых содействует увеличению урожайности зерна на 4–5 ц/га посевов [1, 2, 3].

При выращивании озимого рапса реальные потери от болезней, вредителей и сорняков в Республике Беларусь составляют 30–45 %, причем, чем ниже эффективность защиты растений, тем выше вредоносность [4, 5].

Основным вредителем как ярового, так и озимого рапса является рапсовый цветоед (*Meligethes aeneus* F.). Согласно ежегодному мониторингу энтомологической ситуации посевов озимого рапса, численность данного фитофага превышает экономический порог вредоносности

(ЭПВ 3–5 имаго/растение) с заселённостью растений до 100 %, при этом потери урожайности семян от повреждений имаго могут составлять 50 % и более. Это в свою очередь предопределяет необходимость проведения защитных мероприятий во всех агроклиматических зонах, в которых возделывается данная культура. Несмотря на большой ассортимент инсектицидов, включенных в «Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь», по-прежнему актуальным является защита посевов культуры от данного вредителя. В отдельные годы, для снижения численности имаго рапсового цветоеда хозяйствам республики необходимо провести от 1 до 3 опрыскиваний. Вместе с тем, многократные обработки посевов рапса, создают предпосылки для возникновения устойчивости (резистентности) у фитофага к действующим веществам инсектицидов [5].

В настоящее время резистентностью занимаются такие международные организации, как JRAC, FRAC и HRAC, созданные при посредничестве химических компаний. В России в период с 1965 по 2005 г. развитие резистентности было выявлено у 36 видов вредных насекомых и клещей, к 2010 г. – у 40, а к 2013 г. – у 42. Рапсовый цветоед – в их числе. Изученная динамика формирования резистентности данного вредителя фактически иллюстрирует перестройку генетической структуры популяций вредных видов под влиянием инсектицидов в условиях Ставропольского края. Так, в ходе исследований отмечена резистентность рапсового цветоеда к препаратам из классов синтетические пиретроиды и фосфорорганические соединения [6].

Исходя из вышеизложенного, основной целью наших исследований является оценка эффективности инсектицидов из различных химических групп и механизма действия в посевах озимого рапса для профилактики развития резистентности имаго рапсового цветоеда.

Материалы и методика проведения исследований. Исследования проводились в 2021–2023 гг. на опытном поле РУП «Институт защиты растений» в посевах озимого рапса. Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая, характеризующаяся следующими агрохимическими показателями: рН (KCl) – 6,1, содержание гумуса – 1,7, P_2O_5 – 269 мг/кг почвы, K_2O – 256 мг/кг. Предшественник – ячмень яровой. При достижении пороговой численности рапсового цветоеда – 3–5 особей/растение проводилось опрыскивание посевов.

В опытах использовали инсектициды (комбинации действующих веществ) из различных химических групп и механизма действия, которые больше всего применяются в сельскохозяйственном производстве в посевах озимого рапса. Схема опыта: 1 – без применения инсектицида; 2 – системный инсектицид (тиаклоприд, 480 г/л); 3 – комбинированный

инсектицид (имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л); 4 – комбинированный инсектицид (циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л); 5 – контактный инсектицид (альфа-циперметрин, 100 г/л).

Обработку посевов проводили ручным опрыскивателем поделяночно с нормой расхода рабочего раствора из расчета 200 л/га. Биологическая и хозяйственная оценка эффективности инсектицидов, учет численности фитофага проводилась согласно общепринятым методикам [7, 8]. Статистический анализ полученных результатов проведен в соответствии с рекомендациями Б. А. Доспехова [9]. Обработка экспериментальных данных выполнена в MS Excel. Расчет экономической эффективности производился в ценах по состоянию на 2024 г.

Распределение тепла в апреле 2021 г. было неравномерным: если в первой декаде среднесуточная температура воздуха была ниже нормы на 0,8 °С, то во второй превышала ее на 2,0 °С. В третьей декаде отмечено значительное понижение температурного режима – на 4,4 °С. Сумма осадков за месяц составила 39,9 мм, или 94,3 % от нормы. Среднесуточная температура воздуха в мае была ниже нормы на 1,7 °С. В начале первой декады отмечались ночные заморозки до –2 °С. Выпадение осадков было неравномерным. Первая и вторая декады характеризовались избытком осадков – 154,5–308,7 % от нормы, в третьей декаде наблюдался их дефицит – 43,2 % от нормы. Июнь и июль были теплее на 2,8–3,5 °С. Сумма осадков в июне была близка к норме, тогда как в июле отмечался значительный их дефицит.

Температура воздуха в апреле 2022 г. была близка к уровню среднемноголетних значений, лишь в третьей декаде отмечалось повышение данного показателя на 1,5 °С. За месяц выпало 7,0 мм осадков, или 15,7 % от нормы. Температура воздуха в мае и июне была ниже нормы на 2,4 и 2,5 °С соответственно. Выпадение осадков было избыточным – 119,4 и 87,0 мм, или 282,3 и 127,9 % от уровня среднемноголетних значений соответственно. Распределение тепла в июле было неравномерным: если в первой декаде среднесуточная температура воздуха превышала норму на 1,8 °С, то во второй и третьей декадах отмечено понижение этого показателя на 0,7–2,9 °С. Сумма осадков в июле была близка к норме и составила 91,2 мм, или 102,5 % от нормы.

Гидротермические условия вегетационного сезона 2023 г. были неоднородными. Средняя температура воздуха в мае составила +13,3 °С, что соответствовало климатической норме, при этом отмечался дефицит осадков – 10,5 % от нормы. Температура воздуха в июне была на 2,0 °С выше среднемноголетней, количество выпавших осадков составило 56,4 %. Температурный режим и влагообеспеченность в июле были на уровне среднемноголетних показателей, однако значительно варьировали по декадам. Если в первой декаде температура воздуха была на 1,8 °С

выше среднесуточной, то во второй и третьей ниже, соответственно, на 2,9 и 0,7 °С. Сумма выпавших осадков по декадам составила 91,9, 162,0 и 50,4 % от нормы.

Результаты и их обсуждение. Выявлено, что в сложившихся погодных условиях 2021 г. пороговая численность рапсового цветоеда в посевах озимого рапса была достигнута в середине II декады мая в фазе полной бутонизации. Это послужило основанием для применения инсектицидов в агроценозе культуры. Результаты исследований показали, что на третий день после обработки, биологическая эффективность инсектицидов на основе действующих веществ тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га), имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га) и циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га) против имаго рапсового цветоеда составила 88,4–90,3 %, что на 6,9–8,8 % выше, чем при использовании препарата из химического класса синтетические пиретроиды альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га) (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая эффективность инсектицидов от рапсового цветоеда в посевах озимого рапса (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2021 г.)

Вариант	Численность вредителя до обработки, имаго/растение		Снижение численности имаго относительно варианта без применения инсектицида, %			
			1-й		2-й	
	1-й	2-й	3 день	7 день	3 день	7 день
1. Без применения инсектицида	3,6	4,6	3,2	4,6	3,8	1,9
2. Тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га)	3,3	3,2	88,4	33,1	90,4	75,3
3. Имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га)	3,2	3,3	90,3	34,7	91,8	77,1
4. Циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га)	3,4	3,1	89,4	33,6	91,4	76,6
5. Альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га)	3,4	3,4	81,5	29,4	82,3	69,8

Примечание – В варианте без применения инсектицида указана численность особей/растение.

Проведенный учет на седьмой день после обработки указывает на значительное снижение биологической эффективности препаратов – до 29,4–34,7 % и достижение пороговой численности фитофага, что обусловлено повышением среднесуточной температуры воздуха в начале III декады мая при дефиците выпадения осадков. Это предопределило необходимость в повторном внесении инсектицидов.

Выявлено, что на третий день после повторной обработки снижение численности рапсового цветоеда относительно варианта без применения инсектицида в вариантах тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га), имидаклоприд 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га) и циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га) составило 90,4–91,8 %, однако было выше на 8,1–9,5 %, чем в варианте альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га). При учете на седьмой день после повторного опрыскивания, биологическая эффективность в изучаемых вариантах опыта составила 69,8–77,1 %. В связи с наступлением фазы цветения озимого рапса последующие учеты численности рапсового цветоеда были нецелесообразными.

Оценка фитосанитарной ситуации в посевах озимого рапса в 2022 г. показала, что пороговая численность рапсового цветоеда была достигнута в конце II декады мая в фазу бутонизации культуры. Перед применением инсектицидов численность фитофага составила 3,0–3,2 имаго/растение (таблица 2).

Таблица 2 – Биологическая эффективность инсектицидов от рапсового цветоеда в посевах озимого рапса (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2022 г.)

Вариант	Численность вредителя до обработки, имаго/растение		Снижение численности имаго относительно варианта без применения инсектицида, %			
			1-й		2-й	
	1-й	2-й	3 день	5 день	3 день	7 день
1. Без применения инсектицида	3,1	5,2	3,2	5,2	2,0	0,9
2. Тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га)	3,0	3,2	87,0	38,5	86,0	64,2
3. Имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га)	3,2	3,0	89,1	42,3	89,7	60,8
4. Циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га)	3,1	3,1	91,5	38,5	89,3	62,9
5. Альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га)	3,1	3,2	81,3	30,4	77,1	50,3

Примечание – В варианте без применения инсектицида указана численность особей/растение.

Через три дня после обработки численность вредителя в вариантах тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га), имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га) и циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га) снижалась на 87,0–91,5 %, что на 5,7–10,2 % выше, чем в варианте альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га). На пятый день после применения инсектицидов пороговая численность фитофага во

всех вариантах опыта восстановилась, что обусловлено повышением температурного режима. Это послужило основанием для повторной обработки посевов озимого рапса против данного вредителя.

После повторной обработки, биологическая эффективность инсектицидов с действующими веществами тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га), имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га) и циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га) на третий день составила 86,0–89,7 %, на седьмой 60,8–64,2 %, что выше на 8,9–12,6 % и на 10,5–13,9 % соответственно, чем при использовании инсектицида из класса синтетические пиретроиды – альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га). Последующие учеты рапсового цветоеда были нецелесообразными в силу наступления полного цветения культуры.

Мониторинг энтомологической ситуации 2023 г. в посевах озимого рапса показал, что пороговая численность рапсового цветоеда была достигнута в начале I декады мая в фазу бутонизации культуры. Перед применением инсектицидов численность фитофага составляла 3,0–3,2 имаго/растение (таблица 3).

Таблица 3 – Биологическая эффективность инсектицидов от рапсового цветоеда в посевах озимого рапса (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений», 2023 г.)

Вариант	Численность вредителя до обработки, имаго/растение		Снижение численности имаго относительно варианта без применения инсектицида, %			
			1-й		2-й	
	1-й	2-й	3 день	7 день	3 день	7 день
1. Без применения инсектицида	3,0	4,7	3,0	4,7	2,9	1,0
2. Тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га)	3,2	3,1	81,5	36,7	86,2	65,5
3. Имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га)	3,2	3,0	81,7	36,2	87,2	66,3
4. Циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га)	3,3	3,2	84,2	38,3	89,0	68,8
5. Альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га)	3,1	3,0	75,9	34,1	83,6	60,8

Примечание – В варианте без применения инсектицида указана численность особей/растение.

На третий день после обработки биологическая эффективность в вариантах тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га), имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га) и циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га) составила 81,5–84,2 %, что было выше на 5,6–8,3 %, чем при внесении препарата на основе альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га).

Учет на седьмой день после обработки показал увеличение численности имаго рапсового цветоеда варианте без применения инсектицида до 4,7 имаго/растение. Биологическая эффективность в обрабатываемых вариантах снизилась до 34,1–38,3 %, что вызвало необходимость в проведении повторной обработки.

Выявлено, что биологическая эффективность инсектицидов на основе тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га), имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га) и циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га) на третий день после повторной обработки составила 86,2–89,0 % и была выше на 2,6–5,4 %, чем в варианте альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га). На седьмой день снижение численности рапсового цветоеда при внесении препаратов относительно варианта без применения инсектицида составило 60,8–68,8 %. В связи с наступлением фазы цветения озимого рапса последующие учеты численности рапсового цветоеда по всем вариантам опыта были нецелесообразными.

В среднем за исследуемые годы двукратное опрыскивание посевов озимого рапса против рапсового цветоеда препаратами на основе тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га), имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га) и циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га), позволило достоверно сохранить 6,8–7,9 ц/га семян культуры (таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность семян озимого рапса при внесении инсектицидов от рапсового цветоеда (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	Урожайность, ц/га				Сохраненный урожай, ц/га
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее значение	
1. Без применения инсектицида	29,3	28,7	27,3	28,4	–
2. Тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га)	34,6	35,8	35,2	35,2	6,8
3. Имидаклоприд, 150 г/л + Лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га)	35,2	36,5	36,7	36,1	7,7
4. Циперметрин, 50 г/л + Хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га)	36,1	36,8	36,1	36,3	7,9
5. Альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га)	33,7	32,2	33,0	33,0	4,6
НСР _{0,05}	3,2	3,0	3,4		

В варианте альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га) также был получен достоверно сохраненный урожай – 4,6 ц/га, однако его показатель был ниже на 2,2–3,3 ц/га чем при внесении остальных инсектицидов.

Анализ экономической эффективности применения инсектицидов против рапсового цветоеда в посевах культуры показал, что наибольший

условный чистый доход – 717,3 руб/га был получен в варианте имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га) (таблица 5).

Таблица 5 – Экономическая эффективность применения инсектицидов от рапсового цветоеда в посевах озимого рапса (полевой опыт, РУП «Институт защиты растений»)

Вариант	Стоимость сохраненного урожая, руб/га	Затраты на защиту посевов, руб/га	Условный чистый доход, руб/га
1. Без применения инсектицида	–	–	–
2. Тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га)	759,9	148,0	611,9
3. Имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га)	860,5	143,2	717,3
4. Циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га)	882,8	232,2	650,6
5. Альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га)	514,1	77,9	436,1

При внесении инсектицидов основе тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га) и циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га) условный чистый доход составил 611,9–650,6 руб/га. Опрыскивание посевов озимого рапса препаратом на основе альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га) обеспечил минимальный экономический эффект – условный чистый доход 436,1 руб/га, что обусловлено низким показателем сохраненного урожая семян культуры.

Заключение. Двукратное опрыскивание посевов озимого рапса в фазе бутонизации препаратами на основе тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га), имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га) и циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га), обеспечивает снижение численности рапсового цветоеда до 81,5–91,5 %, что на 5,8–10,2 % выше, чем в варианте при использовании инсектицида из химического класса синтетические пиретроиды альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га).

При опрыскивание посевов инсектицидами на основе тиаклоприд, 480 г/л (0,15 л/га), имидаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л (0,2 л/га) и циперметрин, 50 г/л + хлорпирифос, 500 г/л (1,0 л/га) получен наибольший достоверный сохранённый урожай – 6,8–7,9 ц/га, а также условный чистый доход – 611,9–717,3 руб/га, что на 2,2–3,3 ц/га и на 175,8–281,2 руб/га соответственно выше, чем в варианте альфа-циперметрин, 100 г/л (0,15 л/га).

Во избежание проявления резистентности имаго рапсового цветоеда в посевах озимого рапса при многократном опрыскивании в системе защиты рекомендуется чередование обработок инсектицидами, имеющими различные действующие вещества и механизмы действия.

Список литературы

1. Рапс и сурепица : (выращивание, уборка, использование) / Д. Шпаар [и др.] ; ред. Д. Шпаар. – 2-е изд., пер. и расш. – М. : [б. и.], 2007. – 320 с.
2. Утеуш, Ю. А. Рапс и сурепица в кормопроизводстве / Ю. А. Утеуш. – Киев : Наук. думка, 1979. – 228 с.
3. Милащенко, Н. З. Технология выращивания и использование рапса и сурепицы / Н. З. Милащенко, В. Ф. Абрамов. – М. : Агропромиздат, 1989. – 223 с.
4. Система защиты озимого рапса от вредных объектов в Республике Беларусь / А. А. Запрудский [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 1. – С. 42–47.
5. Система защиты озимого рапса от вредителей, болезней и сорняков / А. А. Запрудский [и др.] // Интегрир. технологии защиты с.-х. культур от вредителей, болезней и сорняков / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т защиты растений ; ред.: С. В. Сорока, А. Г. Жуковский, Е. А. Якимович. – Минск, 2019. – С.45–53.
6. Коваленков, В. Г. Резистентность рапсового цветоеда как показатель перестройки генетической структуры популяций вредных видов под влиянием инсектицидов / В. Г. Коваленков, Н. М. Тюрина, Л. И. Павлова // Агрохимия. – 2018. – № 5. – С. 54–62.
7. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию, Ин-т защиты растений ; под ред. Л. И. Трешко. – д. Прилуки, Минский р-н : [б. и.], 2009. – 320 с.
8. Растениеводство. Полевая практика : учеб. пособие / Д. И. Мельничук [и др.] ; ред. Д. И. Мельничук. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 304 с.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

A. A. Zaprudsky¹, D. F. Privalov¹, S. A. Gaidarova¹, E. V. Strelkova²

¹RUE «Institute of Plant Protection», Priluki, Minsk region

²Belarusian National Technical University, Minsk

EFFICIENCY OF APPLICATION OF RAPE BEETLE INSECTICIDES TO WINTER RAPE

Annotation. The paper presents the results of the research on evaluating the efficiency of the insecticides from different chemical groups applied to winter rape against rape beetle. It's established that double treatment with the preparations based on thiacloprid, 480 g/l (0.15 l/ha), imidacloprid, 150 g/l + lambda-cyhalothrin, 50 g/l (0.2 l/ha) and cypermethrin, 50 g/l + chlorpyrifos, 500 g/l (1.0 l/ha) ensures a reduction in the number of rape beetle up to 81.5–91.5 %, obtaining the highest saved yield – 6.8–7.9 c/ha and net income – 611.9–717.3 rubles/ha.

Key words: winter rape, rape beetle, insecticides, efficiency, saved yield.