

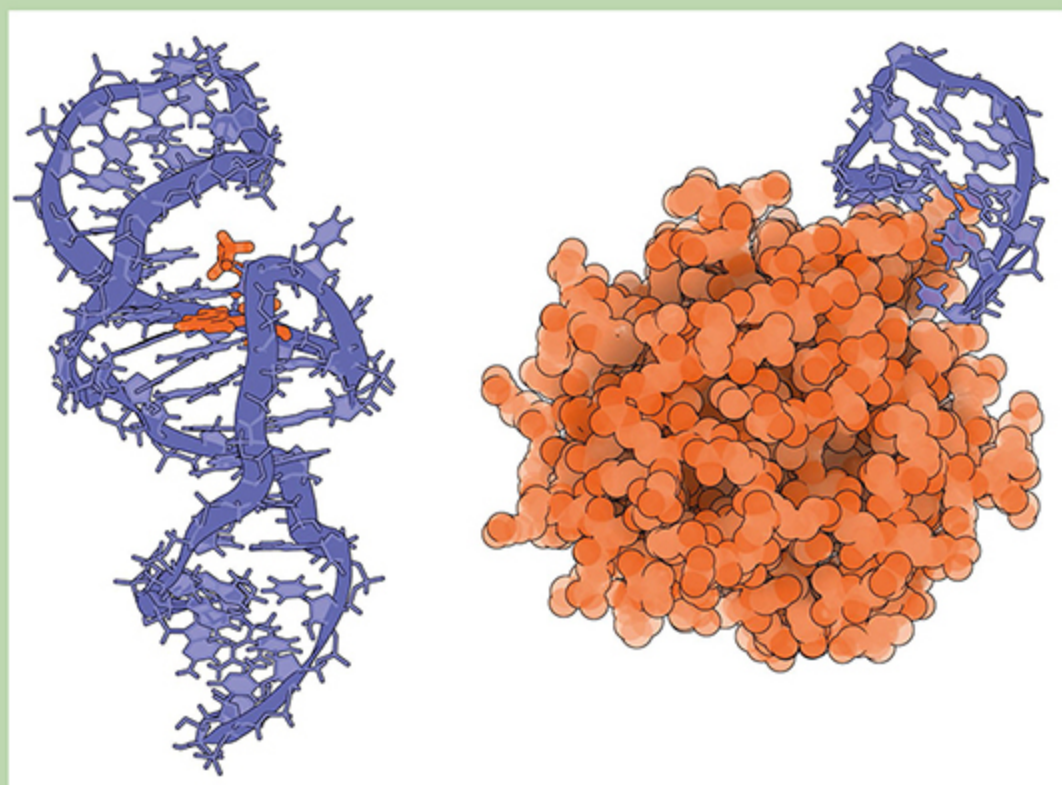


ISSN 1727-1320 (Print),
ISSN 2308-6459 (Online)

ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

PLANT PROTECTION NEWS

2022 TOM 105 ВЫПУСК 1
 VOLUME ISSUE



Санкт-Петербург
St. Petersburg, Russia

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНСЕКТИЦИДОВ ПРОТИВ ВРЕДИТЕЛЕЙ В РАССАДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ

П.А. Опякин, Г.П. Иванова*

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

* ответственный за переписку, e-mail: galinaivanova-vizr@yandex.ru

Из двух способов выращивания капусты белокочанной на Северо-Западе Российской Федерации более широко используется рассадная технология. Для этой технологии был разработан прием полива рассады в кассетах перед высадкой в поле системным препаратом – неоникотиноидом Актара, ВДГ (250 г/кг тиаметоксама) для защиты капусты от ранневесенних вредителей: крестоцветных блошек р. *Phyllotreta* и весенней капустной мухи. Этот прием активно используется в хозяйствах более 15 лет, в связи с чем возникает необходимость в подтверждении его эффективности в современных условиях. Тестирование препарата Актара, ВДГ в 2019 и 2021 гг. на опытном поле ФГБНУ ВИЗР не выявило существенного снижения биологической эффективности обработки рассады. Параллельно проведена оценка биологической эффективности обработки рассады системными инсектицидами из химического класса карбаматов Ланнат, СП (250 г/кг метомила) и из нового класса изоксазолинов – препарат на основе д.в. изоциклосерам. В течение 21 суток изоциклосерам превосходил эталон Актара, ВДГ в борьбе с крестоцветными блошками и весенней капустной мухой. Наряду с этим, было отмечено снижение заселенности растений капустной молью. Эффективность карбамата Ланнат, СП была существенно ниже. Представляется перспективным дальнейшее изучение инсектицида изоциклосерам для включения в перечень разрешенных на капусте препаратов в борьбе с комплексом вредителей, что даст возможность разработки схем чередования препаратов разного токсического действия в антирезистентных системах защиты культуры.

Ключевые слова: рассада, крестоцветные блошки, весенняя капустная муха, капустная моль, неоникотиноиды, карбаматы, изоксазолины, биологическая эффективность

Поступила в редакцию: 10.02.2022

Принята к печати: 05.04.2022

Введение

Капуста белокочанная *Brassica oleraceae* L. convar. *capitata* (L.) Alef. var. *alba* DC. (Brassicaceae) – одна из наиболее распространенных овощных культур во всем мире благодаря её большой урожайности, высокой транспортабельности, лежкости, устойчивости к неблагоприятным условиям, высоким питательным и диетическим свойствам (Петрушко и др., 2003; Kavita, Narzary, 2015; Prasad, Shivay, 2017; Favela-González et al., 2020; Ray et al., 2021; Uuh-Narvaez, Segura-Campos, 2021). Особенно много капусты белокочанной выращивают в странах с умеренным и прохладным климатом (Warwick et al., 2011; Beacham et al., 2018; Giordano et al., 2011), поэтому в большинстве регионов Российской Федерации, в том числе и на Северо-Западе, она занимает лидирующее место (Минич и др., 2003; Артемьева и др., 2016; Пивоваров и др., 2017).

В настоящее время существует две технологии выращивания капусты белокочанной – безрассадная (БТ) и рассадная (РТ). В первом случае семена высеваются непосредственно в поле, во втором – сначала выращивают рассаду в пленочных обогреваемых теплицах, которую высаживают в поле рассадопосадочными машинами. Каждая технология имеет свои недостатки и преимущества. Для БТ большое значение имеют погодные условия, подготовка почвы, борьба с сорными растениями, предпосевное обеззараживание семян инсектофунгицидами (Прищепя и др., 2008, 2012). По мнению этих авторов, а также Б.П. Асякина (2015), БТ считается менее затратной и широко

применяется в Республике Беларусь и южных регионах России. В то же время в условиях Северо-Запада России с неустойчивыми метеоусловиями весенних месяцев, наиболее благоприятных для посева капусты, возможны затруднения с выходом сельскохозяйственных машин в поле, а при более поздних сроках сева повышается риск неполучения продукции.

Ранее рассада выращивалась на грядках в парниках и укрытиях, растения при выборке часто травмировались, что сказывалось на их устойчивости к фитофагам и фитопатогенам (Асякин, 2015). Однако с внедрением кассетного способа у растения в отдельной кассете формируется хорошо развитая корневая система, и оно меньше травмируется при посадке в поле. В период выращивания рассада обрабатывается микроэлементами и фунгицидными препаратами по технологиям, принятым в хозяйствах. Культивационные сооружения после выборки рассады используются для выращивания различных овощных культур. На наш взгляд, обе технологии имеют право на существование, с учетом возможностей хозяйств. В этом плане присоединяемся к выводам И.А. Прищепы с соавторами: «Сравнительный анализ двух технологий показал, что видовой состав фитофагов не зависит от способа выращивания культуры. Изменяется только соотношение видов и их вредоносность в зависимости от сроков заселения и фазы развития культуры. В частности, плотность и вредоносность крестоцветных блошек и весенней капустной мухи

возрастает на посевах капусты, численность и вредоносность листогрызущих вредителей существенно не зависит от способа выращивания капусты» (Прищепа и др., 2012). Полагаем, что задача защиты растений заключается в обеспечении производителей приемами, способными максимально снизить вредоносность фитофагов при любых способах выращивания капусты.

С внедрением кассетного способа был разработан прием полива почвы в кассетах с рассадой перед ее высадкой в поле системным неоникотиноидом Актара, ВДГ (250 г/кг тиаметоксама). Этот прием позволяет защищать культуру после высадки рассады в поле от ранневесенних вредителей: крестоцветных блошек р. *Phyllotreta*, весенней капустной мухи *Delia brassicae* Vouche (Белых и др., 2004; Долженко и др., 2008), который в настоящее время широко используется в хозяйствах, выращивающих капусту белокочанную. При маршрутных обследованиях производственных посадок капусты белокочанной и по данным специалистов хозяйств снижение эффективности препарата пока не наблюдалось, но, поскольку с момента внедрения этой технологии прошло более 15 лет, экспериментальная проверка представляется целесообразной.

Материалы и методы

Работа выполнялась в 2019 и 2021 гг. на опытном поле ФГБНУ ВИЗР общей площадью 4.6 га. Поле расположено на территории института и непосредственно граничит с полями бывшего совхоза «Ленсоветовский» Ленинградской области. Расстояние до производственных посадок капустных культур (ПЗ «Детскосельский», Опытное поле Пушкинских лабораторий ВИР) в пределах 5–10 км, что не может служить препятствием для миграций таких вредителей, как капустные мухи, капустная моль, белянки на опытном поле института. Ежегодно на поле выращиваются культуры разных семейств, в т.ч. капустные: капуста белокочанная и яровой рапс. По обочинам поля растут сорные растения этого же семейства: дикая редька, сурепка, горчица, на растительных остатках которых зимуют, а на отрастающих растениях питаются после выхода из зимовки фитофаги, в том числе крестоцветные блошки. Таким образом, за много лет на поле сформировался, в дополнение к мигрантам, и собственный комплекс фитофагов капусты белокочанной, вполне репрезентативный для ее промышленных посадок. Численность вредителей представляется достаточной для проведения исследований по оценке использования средств защиты. Важная особенность исследований в условиях опытного поля ВИЗР заключается в использовании контрольного варианта в течение всего периода вегетации, что не представляется возможным в современных промышленных посадках.

В исследования были включены ранние (Колобок и Конкэрн F₁) и поздние (Эластор и Сторема) сорта и гибриды капусты белокочанной, возделываемые в хозяйствах Ленинградской области. Рассада выращивалась в ЗАО «Предпортовый» по принятой в хозяйстве технологии. Обработку рассады изучаемыми препаратами проводили в теплицах ФГБНУ ВИЗР за 1 сутки до высадки в поле с помощью ранцевого опрыскивателя «Solo 456» с расходом рабочей жидкости согласно производственной рекомендации – 1 л/м² площади кассет с рассадой. После высадки рассады проводили подкормки, рыхления и

Также очевидна и необходимость поиска других системных препаратов для формирования полноценного ассортимента средств защиты культуры от вредителей.

Цель нашего исследования заключается в проверке биологической эффективности обработки рассады капусты белокочанной в кассетной технологии неоникотиноидом Актара, ВДГ против ранневесенних вредителей (крестоцветных блошек и весенней капустной мухи), а также оценка биологической эффективности обработки рассады системными инсектицидами из химического класса карбаматов Ланнат, СП (250 г/кг метомила) и представителя класса изоксазолинов – препарата на основе д.в. изоцикросерам. Поскольку Ланнат, СП и изоцикросерам обладают активностью в отношении не только жесткокрылых и двукрылых, но и чешуекрылых фитофагов, мы оценили влияние профилактической обработки растений этими инсектицидами на заселенность гусеницами капустной моли *Plutella xylostella* L. Это связано с тем, что по нашим наблюдениям, появление гусениц первого поколения капустной моли, как правило, происходит в фазу мутовки в пределах месяца после высадки рассады.

культивации поля по принятой в Ленинградской области технологии выращивания капусты белокочанной.

Опыты закладывались в четырехкратной повторности. Площадь делянки 25 м², расположение рандомизированное. Учеты проводили согласно методикам, принятым при проведении регистрационных испытаний инсектицидов в борьбе с вредителями капусты (Иванова и др., 2009; Долженко и др., 2009). Биологическую эффективность препаратов рассчитывали по снижению численности вредителей относительно контроля по формуле Аббота. Учеты выпадов растений от повреждений весенней капустной мухой проводили во время максимального проявления их поврежденности – на 42 сутки после высадки рассады. Дополнительно в начале заселения растений капусты молью на 25 растениях подсчитывалось число гусениц на растение. Так, в опытах 2019 г. при обработке рассады 30 мая заселение растений капустной молью наблюдалось 10 июня, в 2021 г. – 10 июня и 7 июля, соответственно. Для дисперсионного анализа полученных данных использовали пакет прикладных программ MS Excel. Метеорологические условия в период проведения опытов значительно различались (табл. 1), что, естественно, сказывалось на сроках заселения растений капусты белокочанной вредителями и их численности.

По нашим наблюдениям, ориентировочно в пределах месяца, после высадки рассады в поле она начинает заселяться гусеницами капустной моли. Действующее вещество неоникотиноида Актара, ВДГ не обладает активностью в отношении чешуекрылых вредителей (Долженко, 2009). Чтобы оценить возможность снижения численности капустной моли, в исследования 2019 г. был включен инсектицид из класса карбаматов Ланнат, СП (250 г/кг метомила), также характеризующийся системными свойствами, но обладающий активностью не только в отношении жесткокрылых и двукрылых, но и чешуекрылых вредителей. Препарат разрешен для применения на капусте белокочанной в период вегетации против капустной моли.

Таблица 1. Метеорологические данные периодов вегетации 2019 и 2021 гг. (Ленинградская область)

Показатели	Месяцы, декады								
	май			июнь			июль		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Температура воздуха, °С									
Среднеголетнее	8.5	11.1	12.3	14.3	15.7	16.6	17.3	17.8	17.9
2019	8.0	13.7	13.6	19.4	16.9	17.6	14.0	15.3	18.4
2021	5.7	17.6	11.4	18.0	19.8	24.2	23.4	24.2	19.6
Осадки, мм									
Среднеголетнее	10.3	12.2	14.7	13.8	17.0	24.5	22.1	21.2	22.7
2019	19.3	7.1	15.5	3.8	0.5	4.7	15.4	27.7	1.5
2021	45.0	40.9	38.1	0	5.8	19.6	7.9	10.1	25.9
Относительная влажность воздуха, %									
Среднеголетнее	67	73	71	66	68	71	72	74	76
2019	59	57	63	53	64	66	69	68	63
2021	73	60	69	51	55	61	52	54	59

Table 1. Meteorological conditions during vegetation periods in 2019 and 2021 (Leningrad region)

Indices	Months, ten-day periods								
	May			June			July		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ambient temperature, °C									
Average perennial	8.5	11.1	12.3	14.3	15.7	16.6	17.3	17.8	17.9
2019	8.0	13.7	13.6	19.4	16.9	17.6	14.0	15.3	18.4
2021	5.7	17.6	11.4	18.0	19.8	24.2	23.4	24.2	19.6
Precipitation, mm									
Average perennial	10.3	12.2	14.7	13.8	17.0	24.5	22.1	21.2	22.7
2019	19.3	7.1	15.5	3.8	0.5	4.7	15.4	27.7	1.5
2021	45.0	40.9	38.1	0	5.8	19.6	7.9	10.1	25.9
Relative air humidity, %									
Average perennial	67	73	71	66	68	71	72	74	76
2019	59	57	63	53	64	66	69	68	63
2021	73	60	69	51	55	61	52	54	59

В 2021 г., помимо препарата Актара, ВДГ, оценивали эффективность при обработке рассады препаратом на основе д.в. изоциклосерам из нового химического класса изоксазолинов. Этот инсектицид испытывается в

настоящее время в кассетной технологии против крестоцветных блошек и весенней капустной мухи, а также в период вегетации против капустной моли.

Результаты

В мае вегетационного сезона 2019 г. отмечалась умеренная (ниже или на уровне средних многолетних) температура воздуха и осадки (табл. 1). Условия не были благоприятны для размножения крестоцветных блошек, вследствие чего заселение рассады капусты этими вредителями не наблюдалось на протяжении всего периода вегетации ни в одном варианте опыта как на раннем сорте Казачок, так и на позднем сорте Эластор.

Заселение растений весенней капустной мухой различалось по сортам. Так, выпадов растений на сорте Казачок было в 1.9 раз больше, чем на сорте Эластор (табл. 2). Сортные различия заселения были достоверны: фактический критерий Фишера (13.1) был выше теоретического (10.13). В зависимости от уровня заселенности различалась и эффективность препаратов. Снижение количества выпадов в варианте с инсектицидом Актара, ВДГ по отношению к контролю на сорте Казачок составляло 76.3%, на сорте Эластор – 85.0%. Обработка рассады инсектицидом Ланнат, СП, при высоких нормах применения относительно других пестицидов, не выявила каких-либо

преимуществ в снижении заселенности растений весенней капустной мухой (табл. 2).

Полученные нами данные по инсектициду Актара ВДГ, в целом, соответствуют эффективности этого приема при внедрении его в практику. По опубликованным ранее материалам снижение численности блошек при достаточно слабом уровне заселенности (0.2–2.0 особи /10 растений в контроле) составляло на сорте Краутман от 100% (7 сутки после высадки рассады) до 33.4% (14 сутки после высадки), на сорте Агрессор – 100% и 72.5%, соответственно. Снижение количества выпадов от весенней капустной мухи на 42 сутки (максимальное проявление поврежденности) на сорте Краутман было 66.7%, на сорте Агрессор – 60.0% (Белых и др., 2004; Долженко и др., 2008).

Анализ материалов по инсектициду Ланнат, СП (250 г/кг) не выявил каких-либо преимуществ в борьбе с капустной мухой перед препаратом Актара, ВДГ, включенным в Каталог в борьбе с этим вредителем (Государственный каталог..., 2021).

При оценке заселенности растений гусеницами капустной моли, которая была проведена спустя месяц

после применения инсектицидов в рассаде, не выявлено какого-либо заметного снижения численности фитофага от обработки (табл. 2). Хотя некоторое снижение числа гусениц в варианте инсектицида Ланнат, СП имеет место, но

не столь значительное, как мы полагали. Таким образом, спустя месяц после применения токсическое действие препарата ослабевает и его количества недостаточно для проявления активности в отношении капустной моли.

Таблица 2. Эффективность инсектицидов в борьбе с вредителями капусты белокочанной в рассадной технологии ее выращивания (Ленинградская обл., опытное поле ВИЗР, 2019 г.)

Вариант обработки рассады	Норма применения препарата, кг/га	Весенняя капустная муха		Капустная моль Количество гусениц, экз./раст.
		Доля выпавших растений на 42 сутки, %	Снижение по отношению к контролю, %	
Сорт Казачок				
Актара, ВДГ (250 г/кг)	0.3	10.0	76.3	1.45
Ланнат, СП (250 г/кг)	0.5	18.0	52.6	1.3
Ланнат, СП (250 г/кг)	1.0	10.0	76.3	1.25
Контроль	-	38.0	-	1.4
HCP₀₅		20.3		Не существенно
Сорт Эластор				
Актара, ВДГ (250 г/кг)	0.3	3.0	85.0	0.9
Ланнат, СП (250 г/кг)	0.5	5.0	75.0	0.9
Ланнат, СП (250 г/кг)	1.0	5.0	75.0	0.5
Контроль	-	20.0	-	1.0
HCP₀₅		12.8		Не существенно

Table 2. Efficacy of insecticides against pests of white cabbage grown using seedling technology (Leningrad region, experimental field of All-Russian Institute of Plant Protection, 2019)

Seedlings treatment	Formulation dosage, kg/ga	Cabbage root fly		Diamondback moth Number of larvae per plant
		Quote of perished plants by day 42, %	Decrease as compared to control, %	
Variety Kazachok				
Actara, WDG (250 g/kg)	0.3	10.0	76.3	1.45
Lannate, WSP (250 g/kg)	0.5	18.0	52.6	1.3
Lannate, WSP (250 g/kg)	1.0	10.0	76.3	1.25
Control	-	38.0	-	1.4
LSD₀₅		20.3		Not significant
Variety Elastor				
Actara, WDG (250 g/kg)	0.3	3.0	85.0	0.9
Lannate, WSP (250 g/kg)	0.5	5.0	75.0	0.9
Lannate, WSP (250 g/kg)	1.0	5.0	75.0	0.5
Control	-	20.0	-	1.0
LSD₀₅		12.8		Not significant

Оценка эффективности использования инсектицида Актара, ВДГ в рассадной технологии капусты белокочанной была продолжена в 2021 г. Вегетационный период этого года для капустных культур оказался чрезвычайно сложным. Так, большое количество осадков в апреле и мае задерживали подготовку полей под посадку капусты, в результате чего оптимальные сроки посадки были нарушены (табл. 1). В июне и июле осадки практически отсутствовали, а температура воздуха значительно превышала средние многолетние значения, что угнетающе действовало на растения и вызывало необходимость проведения частых поливов. Сложившиеся погодные условия оказали

неблагоприятное влияние не только на растения, но и на заселение их крестоцветными блошками и развитие насекомых. Их численность была сравнительно низкой, но заселенность растений составляла 100%. Жуки концентрировались в точке роста, что даже при невысокой численности усиливало их вредоносность. Погодные условия способствовали гибели отложенных имаго весенней капустной мухи яиц и снижали рождаемость из них личинок. Численность личинок была невысокой (1–2 на растение) и полной гибели поврежденных фитофагом растений обоих сортов не наблюдалось.

Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности инсектицида Актара, ВДГ при обработке рассады за 1 день до высадки в поле против крестоцветных блошек (табл. 3, а). На протяжении 14 суток после высадки рассады наблюдалась 100% гибель блошек на обоих сортах капусты. В то же время необходимо отметить, что при снижении общей численности блошек в контрольных вариантах, к 21 суткам происходило заселение ими обработанных растений и показатели биологической эффективности снижались, соответственно сортам, до 72.0 и 75.0% (табл. 3, а). Это свидетельствует о начале снижения длительности защитного действия инсектицида и о необходимости дальнейшего наблюдения за этим процессом.

Что касается заселенности растений весенней капустной мухой в условиях 2021 г., то, как мы отмечали выше, выпадов растений не наблюдалось. К 21 суткам учетов не было отмечено угнетенных растений на гибриде Конкэрон F₁, на сорте Сторема они также были единичны (табл. 3, б).

В 2021 г. на сорте Сторема была исследована также эффективность обработки рассады капусты белокочанной в кассетах препаратом на основе д.в. изоциклосерам из нового химического класса изоксазолинов, который проходил регистрационные испытания как в рассадной технологии, так и против капустной моли в период вегетации. Препарат применяли в двух нормах – 60 и 120 г/га (в пересчете на д.в.), эталоном служил пестицид Актара, ВДГ.

Несмотря на то, что оба препарата влияют на нервную систему насекомых, они обладают разным механизмом действия: тиаметоксам подавляет активность ацетилхолинэстеразы (АХЭ), являясь агонистом никотин-ацетилхолиновых рецепторов постсинаптической мембраны, пролонгирует открытие натриевых каналов, при этом блокируется передача нервного импульса (Cabirol, Naase, 2019; Zhang et al., 2020). Изоциклосерам блокирует нейромышечные контакты и ГАМК-зависимые рецепторы, приводит нейроны в состояние гипервозбуждения, нарушает передачу нервных импульсов (Cassayge et al., 2021).

Показатели эффективности инсектицида изоциклосерам в отношении крестоцветных блошек (табл. 4) составляли 59.6–72.7–70.0–41.7% (в норме применения 60 г/га) и 100–100–91.7% (в норме применения 120 г/га) в течение 21 суток и в максимальной норме превышали аналогичные данные по эталонному препарату.

Аналогичные результаты были получены и в отношении весенней капустной мухи (табл. 5). Снижение поврежденности растений на протяжении 21 суток в норме применения 60 г/га составляло 100–76.7–76.2%; в норме применения 120 г/га – 100–100–91.7%, что превышало показатели эталонного препарата.

Учеты заселенности растений гусеницами капустной моли после обработки рассады инсектицидом изоциклосерам (табл. 6) также не показали существенного снижения

Таблица 3. Биологическая эффективность инсектицида Актара, ВДГ (250 г/кг) в борьбе с вредителями капусты белокочанной в рассадной технологии ее выращивания (Ленинградская обл., опытное поле ВИЗР, 2021 г.)

а) Крестоцветные блошки р. *Phyllotreta*

Вариант обработки рассады	Норма применения препарата, кг/га	Среднее число имаго по суткам учетов после высадки рассады, экз./10 растений				Снижение численности относительно контроля по суткам учетов после посадки, %			
		3	7	14	21	3	7	14	21
Гибрид Конкэрон F₁									
Актара, ВДГ (250 г/кг)	0.3	0	0	0	1.75	100	100	100	72.0
Контроль	-	6.0	9.25	9.25	6.25	-	-	-	-
НСР₀₅ – не существенно									
Сорт Сторема									
Актара, ВДГ (250 г/кг)	0.3	0	0	0	0.75	100	100	100	75.0
Контроль	-	7.0	11.0	10.0	3.0	-	-	-	-
НСР₀₅ – не существенно									

б) Весенняя капустная муха *Delia brassicae*

Вариант обработки рассады	Норма применения препарата, кг/га	Среднее число поврежденных растений из 25 учтенных по суткам учетов после посадки			Снижение числа поврежденных растений относительно контроля по суткам учетов после посадки, %		
		7	14	21	7	14	21
Гибрид Конкэрон F₁							
Актара, ВДГ (250 г/кг)	0.3	0	0	0	100	100	100
Контроль	-	1.0	3.5	5.75	-	-	-
Сорт Сторема							
Актара, ВДГ (250 г/кг)	0.3	0	0	0.75	100	100	87.3
Контроль	-	2.0	4.25	6.25	-	-	-
НСР₀₅							
		-	-	4.35	-	-	-

числа гусениц, как и в случае с карбаматом Ланнат, СП (табл. 2), что объясняется, на наш взгляд, длительностью периода между обработкой растений и началом их заселения капустной молью. Тем не менее, различия в 1.1 гусеницы (при НСР₀₅ 1.4) между контролем и вариантом

изоцикloserам в норме применения 120 г/га, в производственных условиях может иметь значение, поскольку в этом случае пороговые уровни (2 гусеницы на растение) не достигаются.

Table 3. Biological effectiveness of insecticide Actara, WDG (250 g/kg) against pests of white cabbage grown using seedling technology (Leningrad region, experimental field of All-Russian Institute of Plant Protection, 2021)

a) flea beetles of the genus of *Phyllotreta*

Seedlings treatment	Formulation dosage, kg/ga	Average number of adults per 10 plants 3–21 days after planting				Decrease in pest numbers compared to control 3–21 days after planting, %			
		3	7	14	21	3	7	14	21
Hybrid Konkeron F ₁									
Actara WDG (250 g/kg)	0.3	0	0	0	1.75	100	100	100	72.0
Control	-	6.0	9.25	9.25	6.25	-	-	-	-
LSD₀₅ – no significance									
Variety Storema									
Actara WDG (250 g/kg)	0.3	0	0	0	0.75	100	100	100	75.0
Control	-	7.0	11.0	10.0	3.0	-	-	-	-
LSD₀₅ – no significance									

b) cabbage root fly *Delia brassicae*

Seedlings treatment	Formulation dosage, kg/ga	Average number of damaged plants per 25 plants 3–21 days after planting			Decrease in pest numbers compared to control 3–21 days after planting, %		
		7	14	21	7	14	21
Hybrid Konkeron F ₁							
Actara WDG (250 g/kg)	0.3	0	0	0	100	100	100
Control	-	1.0	3.5	5.75	-	-	-
Variety Storema							
Actara WDG (250 g/kg)	0.3	0	0	0.75	100	100	87.3
Control	-	2.0	4.25	6.25	-	-	-
LSD₀₅							
		-	-	4.35	-	-	-

Таблица 4. Биологическая эффективность инсектицида изоцикloserам в борьбе с крестоцветными блошками (р. *Phyllotreta*) на капусте белокочанной в рассадной технологии ее выращивания (Ленинградская обл., опытное поле ВИЗР, 2021 г., сорт Сторема)

Вариант обработки рассады	Норма применения препарата	Среднее число имаго на 3–21 сутки после посадки, экз./10 растений				Снижение численности относительно контроля на 3–21 сутки после посадки, %			
		3	10	14	21	3	10	14	21
Изоцикloserам (д.в.)	60 г/га	3.0	3.0	3.0	2.0	59.6	72.7	70.0	41.7
	120 г/га	0	0	0	0.2	100	100	100	91.7
Актара, ВДГ (250 г/кг) /эталон/	0.3 кг/га	0	0	0	0.8	100	100	100	75.0
Контроль	-	7.0	11.0	10.0	3.0	-	-	-	-
НСР₀₅ – не существенно									

Table 4. Biological effectiveness of insecticide isocycloseram against flea beetles of the genus of *Phyllotreta* on white cabbage grown using seedling technology (Leningrad region, experimental field of All-Russian Institute of Plant Protection, 2021, variety Storema)

Seedlings treatment	Formulation dosage	Average number of adults per 10 plants 3–21 days after planting				Decrease in pest numbers compared to control 3–21 days after planting, %			
		3	10	14	21	3	10	14	21
Isocycloseram (act. comp.)	60 g/ga	3.0	3.0	3.0	2.0	59.6	72.7	70.0	41.7
	120 g/ga	0	0	0	0.2	100	100	100	91.7
Actara WDG (250 g/kg) /standard	0.3 kg/ga	0	0	0	0.8	100	100	100	75.0
Control	-	7.0	11.0	10.0	3.0	-	-	-	-
LSD₀₅ – not significant									

Таблица 5. Биологическая эффективность инсектицида изоциклосерам в борьбе с весенней капустной мухой *Delia brassicae* на капусте белокочанной в рассадной технологии ее выращивания (Ленинградская обл., опытное поле ФГБНУ ВИЗР, 2021 г., сорт Сторема)

Вариант обработки рассады	Норма применения препарата	Среднее число поврежденных растений из 25 учетных на 7–21 сутки после посадки			Снижение количества поврежденных растений относительно контроля на 7–21 сутки после посадки, %		
		7	14	21	7	14	21
Изоциклосерам (д.в.)	60 г/га	0	1.0	1.5	100	76.7	76.2
	120 г/га	0	0	0.5	100	100	92.1
Актара, ВДГ (250 г/кг) /эталон/	0.3 кг/га	0	0	0.8	100	100	87.3
Контроль	-	2.0	4.25	6.25	-	-	-
	НСР₀₅		1.9	2.76			

Table 5. Biological effectiveness of insecticide isocycloseram against cabbage root fly *Delia brassicae* on white cabbage grown using seedling technology (Leningrad region, experimental field of All-Russian Institute of Plant Protection, 2021, variety Storema)

Seedlings treatment	Formulation dosage	Average number of damaged plants per 25 plants 7–21 days after planting			Decrease in pest numbers compared to control 7–21 days after planting, %		
		7	14	21	7	14	21
Isocycloseram (act. comp.)	60 g/ga	0	1.0	1.5	100	76.7	76.2
	120 g/ga	0	0	0.5	100	100	92.1
Aktara WDG (250 g/kg) / standard	0.3 kg/ga	0	0	0.8	100	100	87.3
Control	-	2.0	4.25	6.25	-	-	-
	LSD₀₅		1.9	2.76			

Таблица 6. Влияние обработки рассады капусты белокочанной инсектицидами на заселенность растений гусеницами капустной моли (*Plutella xylostella*) (Ленинградская обл., опытное поле ВИЗР, 2021 г.)

Вариант обработки рассады	Норма применения препарата	Среднее количество гусениц (экз./растение)	
		Гибрид Конкэрон F ₁	Сорт Сторема
Изоциклосерам (д.в.)	60 г/га	-	1.4
	120 г/га	-	1.2
Актара, ВДГ(250 г/кг) /эталон/	0.3 кг/га	1.8	2.3
Контроль	-	1.8	2.3
	НСР₀₅ – не существенно		

Table 6. Impact of treating white cabbage seedlings with insecticides on plant infestation with diamondback moth *Plutella xylostella* larvae (Leningrad region, experimental field of All-Russian Institute of Plant Protection, 2021)

Seedlings treatment	Formulation dosage	Average number of larvae (ex./plant)	
		Hybrid Konkeron F ₁	Variety Storema
Isocycloseram (act. comp.)	60 g/ga	-	1.4
	120 g/ga	-	1.2
Aktara WDG (250 g/kg) /standard	0.3 kg/ha	1.8	2.3
Control	-	1.8	2.3
	LSD₀₅ – not significant		

Обсуждение

Первый период вегетации для капусты белокочанной наиболее опасный, каким бы способом ее не возделывали – молодые растения заселяются крестоцветными блошками и весенней капустной мухой, повреждения которой часто приводят к гибели растений (Асякин, 2015). Питание крестоцветных блошек в точке роста может привести к деформации в развитии, нарушая процессы формирования полноценного кочана. Существует два способа защиты

капусты белокочанной от этих вредителей (кроме использования устойчивых сортов): своевременный прогноз численности, позволяющий организовать обработку растений в поле инсектицидами, что, особенно, в случае весенней капустной мухи из-за растянутости лёта, достаточно проблематично. Другой способ – профилактическое обеззараживание семян и рассады, что стало возможным с появлением в арсенале средств защиты растений системных

инсектицидов класса неоникотиноидов. Проведение обеззараживания семян, если оно проводится вручную, а не механизировано на стационарах фирм-производителей семян, процедура трудоемкая и опасная: семена капусты очень мелкие, гладкие, рассчитать требуемую норму применения сложно. Тем не менее, в Республике Беларусь разработана система обеззараживания, основанная на использовании комбинированного препарата Престиж, КС, в состав которого входит инсектицид имидаклоприд из класса неоникотиноидов и фунгицид пенцикурон (Прищепина и др., 2008). Препарат разрешен для применения Государственным Каталогом Республики Беларусь (Волчкевич и др., 2021). В нашей стране для обработки семян капусты рекомендован комбинированный препарат Имидалит, ТПС, состоящий из двух инсектицидов: неоникотиноид имидаклоприд и пиретроид бифентрин («Государственный каталог...», 2021). Насколько препарат находит широкое применение в практике судить сложно, поскольку обработка семян в условиях хозяйств вручную затруднительна. Фирмы, производящие семена капусты, готовят их к посеву путем дражирования, обрабатывают микроэлементами, фунгицидом, некоторые и неоникотиноидами (Современное производство и техника. itex.com).

Однако в мире, в частности, в Европе, достаточно сложное отношение к использованию неоникотиноидов для обработки семян, в силу их высокой токсичности для пчел. Этот вопрос дискутируется и в настоящее время (Lundin et al., 2020). На наш взгляд, обработка семян представляет собой экологически более безопасный прием, чем обработка этими же препаратами непосредственно посадок в поле в ранневесенний период. Это подтверждается и имеющимися литературными данными по механизированной обработке тиаметоксамом клубней картофеля перед посадкой (Мартынушкин, Зенькевич, 2006; Сухорученко и др. 2008). В нашем случае применение неоникотиноида Актара, ВДГ для обработки рассады капусты белокочанной проводится с использованием поливочного устройства в условиях теплиц. Препарат в силу своих системных свойств поступает через корневую систему и за сутки после обработки концентрируется внутри растения, обеспечивая его иммунизацию и защиту после высадки в поле как от крестоцветных блошек, так и весенней капустной мухи. Это имеет большое значение для производства, поскольку сроки заселения растений весенней капустной мухой, как правило, растянуты, что затрудняет проведение своевременной обработки посадок инсектицидами в поле.

Заключение

Проведенные в 2019 и 2021 гг. исследования по проверке эффективности применения неоникотиноида Актара, ВДГ для обработки рассады капусты белокочанной, выращиваемой по кассетной технологии и широко используемой на Северо-Западе Российской Федерации более 15 лет, установили, что этот прием по-прежнему позволяет защищать культуру после высадки рассады в поле от ранневесенних вредителей: крестоцветных блошек

и весенней капустной мухи. В то же время, полученные результаты свидетельствуют о некотором уменьшении периода защитного действия. В этом плане очень важно расширение ассортимента средств за счет инсектицида нового химического класса изоксазолинов – изоциклосоерама, показавшего при обработке рассады высокую эффективность в защите капусты белокочанной от ранневесенних вредителей.

Библиографический список (References)

- Артемяева АМ, Зверева ОА, Кожанова ТН, Корнюхин ДЛ и др. (2016) Мобилизация овощных и бахчевых культур в XXI веке. *Труды ВИР по прикладной ботанике, генетике и селекции* 177 (2):6–21
- Асякин БП (2015) Биологическое обоснование защиты капусты белокочанной, возделываемой по безрассадной технологии, от комплекса вредных организмов. *Вестник защиты растений* 2(84):48–52
- Белых ЕБ, Иванова ГП, Дроздова ТН (2004) Совершенствование ассортимента инсектицидов на культуре капусты. Материалы международной научно-практической конференции «Химический метод защиты растений: Состояние и перспективы повышения экологической безопасности» СПб: 16–18
- Волчкевич ИД, Попов ФА, Романовский СИ (2021) Капуста белокочанная (болезни, вредители, сорняки и фитосанитарные мероприятия по ограничению их вредности) Приложение к журналу «Земледелие и Растениеводство» 5 (138) 28 с.
- Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Часть 1 (2021) М.: МСХ. 122 pp.
- Долженко ВИ, ред. (2009) Ассортимент химических средств защиты растений нового поколения (инсектициды, акарициды, моллюскоциды, родентициды). СПб.: ВИЗР. 80 с.
- Долженко ВИ, Буркова ЛА, Иванова ГП, Белых ЕБ (2008) Новые технологии применения современных инсектицидов для защиты овощных культур. В сб.: «Прогрессивные технологии применения химических средств защиты растений с целью предупреждения и ликвидации вредных организмов» СПб. 8–17
- Долженко ВИ, Иванова ГП, Белых ЕБ, Асякин БП (2009) Капустные мухи. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. СПб.: 200–202
- Иванова ГП, Белых ЕБ, Силаев АИ, Асякин БП (2009) Крестоцветные блошки. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. СПб.:191–194
- Мартынушкин АН, Зенькевич СВ (2006) Влияние обработок препаратами тиаметоксама на полезную энтомофауну и почвенную микрофауну картофельного агробиоценоза. *Вестник защиты растений* 3:35–42
- Минич АС, Минич ИБ, Райда ВС, Карначук РА и др. (2003) Биологическое тестирование светокорректирующих пленок в условиях закрытого грунта при выращивании белокочанной капусты. *Сельскохозяйственная биология* 3:112–115
- Петрушко ЮН, Потемкина ВИ, Федяй ВП (2003) Белокочанная капуста. Современная ресурсосберегающая

- технология выращивания в условиях Приморского края. Уссурийск. 76 с.
- Пивоваров ВФ, Бондарева ЛЛ, Шмыкова НА, Шумилина ДВ и др. (2017) Создание гибридов капусты белокочанной (*Brassica oleracea* L. *convar. capitata* var. *alba* DC) нового поколения с использованием линий удвоенных гаплоидов. *Сельскохозяйственная биология* 52 (1):143–151
- Прищепа ИА, Колядко НН, Попов ФА (2008) Сравнительная оценка эффективности защиты капусты белокочанной от вредных организмов при разных способах выращивания. *Земляробства і ахова раслін* 3(58):49–52
- Прищепа ИА, Волчкевич ИГ, Колядко НН, Попов ФА (2012) Изменение структуры доминирования вредных организмов в агроценозах капусты белокочанной при разных способах ее выращивания. *Земляробства і ахова раслін* 2(81):42–46
- Современное производство и техника. Капуста белокочанная. Технология выращивания капусты белокочанной в условиях малых форм хозяйствования https://itexn.com/8964_kapusta-belokochannaja-tehnologija-vyrashhivaniija-kapusty-belokochannoj-v-uslovijah-malyh-form-hozhajstvovaniija.html (06.04.2022)
- Сухорученко ГИ, Долженко ВИ, Васильева ТИ, Иванова ГП и др. (2008) Эффективная ресурсосберегающая технология применения препаратов тиаметоксама в борьбе с комплексом вредителей картофеля. Прогрессивные технологии применения химических средств защиты растений с целью предупреждения и ликвидации вредных организмов СПб.: ВИЗР. 25–33
- Beacham AM, Hand P, Barker GC, Denby KJ et al (2018) Addressing the threat of climate change to agriculture requires improving crop resilience to short-term abiotic stress. *Outlook Agric* 47(4):270–276
- Cassayre J, Smejkal T, Blythe J, Hoegger P et al (2021) The discovery of isocycloseram: A novel isoxazoline insecticide. In: Recent Highlights in the Discovery and Optimization of Crop Protection Products. pp. 165–212. Academic Press: Oxford.
- Cabirol A, Haase A (2019) The neurophysiological bases of the impact of neonicotinoid pesticides on the behaviour of honeybees. *Insects* 10(10):344. <https://doi.org/10.3390/insects10100344>
- Favela-González KM, Hernández-Almanza AY, De la Fuente-Salcido NM (2020) The value of bioactive compounds of cruciferous vegetables (*Brassica*) as antimicrobials and antioxidants: A review. *J Food Biochem* 44(10): e13414
- Giordano M, Petropoulos SA, Roupheal Y (2021) Response and defence mechanisms of vegetable crops against drought, heat and salinity stress. *Agriculture* 11(5): 463
- Kavita S, Narzary BD (2015) The effect of black polythene mulch on yield and quality of cabbage (*Brassica oleracea* L. var *capitata*) cv. green Express. *Trends Biosci* 8(11): 2795–2797
- Lundin O, Malsher G, Hogfeldt C, Bommarco R (2020) Pest management and yield in spring oilseed rape without neonicotinoid seed treatments. *Crop Protect* 137: 105261. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105261>
- Prasad R, Shivay YS (2017) Sulphur fertilization and food quality-A review. *Ind J Agron* 62(1): 1–7
- Ray LR, Alam MS, Junaid M, Ferdousy S et al (2021) Brassica oleracea var. capitata f. alba: A Review on its Botany, Traditional uses, Phytochemistry and Pharmacological Activities. *Mini Rev Med Chem* 21(16): 2399–2417
- Uuh-Narvaez JJ, Segura-Campos MR (2021) Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*): A food with functional properties aimed to type 2 diabetes prevention and management. *J Food Sci* 86(11): 4775–4798
- Warwick SI (2011) Brassicaceae in agriculture. In: Schmidt R, Bancroft I (eds) Genetics and Genomics of the Brassicaceae. Springer: New York. 33–65
- Zhang Q, Zhao C, Lu X, Yu B et al (2020) Advances in research on toxic effects of neonicotinoid insecticides on non-target organisms. *Asian J Ecotoxicol* 1:56–71. <https://doi.org/10.7524/AJE.1673-5897.20190328001>

Translation of Russian References

- Artemyeva AM, Zvereva OA, Kozhanova TN, Kornukhin DL et al. (2016) Mobilization of vegetable and melon crops in the 21st century. *VIR Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding* 177 (2): 6–21 (In Russian)
- Asyakin BP (2015) Biological grounds of protection of cabbage cultivated by non-seedling technology from complex of pest organisms. *Plant Prot News* 2(84): 48–52 (In Russian)
- Belykh EB, Ivanova GP, Drozdova TN (2004) Improving the range of insecticides on cabbage culture. Proc. Internat. Sci.-Pract. Conf. “Chemical method of plant protection: Status and prospects for improving environmental safety”. St. Petersburg: 16–18 (In Russian)
- Dolzhenko VI, Burkova LA, Ivanova GP, Belykh EB (2008) New technologies for the use of modern insecticides for the protection of vegetable crops. In: “Progressive technologies for the use of chemical plant protection products to prevent and eliminate harmful organisms” St. Petersburg. 8–17 (In Russian)
- Dolzhenko VI, Ivanova GP, Belykh EB, Asyakin BP (2009) Cabbage flies. Guidelines for registration testing of insecticides, acaricides, molluscicides and rodenticides in agriculture. St. Petersburg: 200–202 (In Russian)
- Dolzhenko VI, ed (2009) [Guides for registration trials of insecticides, acaricides, molluscicides and rodenticides in agriculture]. St. Petersburg: VIZR. 322 p. (In Russian)
- Ivanova GP, Belykh EB, Silaev AI, Asyakin BP (2009) Cruciferous fleas. Guidelines for registration testing of insecticides, acaricides, molluscicides and rodenticides in agriculture. St. Petersburg: 191–194 (In Russian)
- Martynushkin AN, Zenkevich SV (2006) Influence of treatments with thiamethoxam preparations on useful entomofauna and soil microfauna of potato agrobiocenosis. *Crop Protection Herald* 3:35–42 (In Russian)
- Minich AS, Minich IB, Raida VS, Karnachuk RA et al (2003) Biological testing of light-correcting films under greenhouse conditions in white cabbage cultivation. *Agricultural Biology* 3: 112–115 (In Russian)
- Petrushko Yun, Potemkina VI, Feday VP (2003) White cabbage. Modern resource-saving technology of cultivation in the conditions of Primorsky Krai. Ussuriysk. 76 p. (In Russian)

- Pivovarov VF, Bondareva LL, Shmykova NA, Shumilina DV et al. (2017) Creation of hybrids of white cabbage (*Brassica oleracea* L. convar. *capitata* var. *alba* DC) of a new generation using lines of doubled haploids. *Agricultural Biology* 52(1): 143–151 (In Russian)
- Prishchepa IA, Kolyadko NN, Popov FA (2008) Comparative evaluation of the effectiveness of the protection of white cabbage from harmful organisms with different methods of growing. *Zemlyarobstva i akhova raslin* 3(58): 49–52 (In Russian)
- Prishchepa IA, Volchkevich IG, Kolyadko NN, Popov FA (2012) Changes in the structure of pest dominance in cabbage agrocenoses under different methods of its cultivation. *Zemlyarobstva i akhova raslin* 2(81): 42–46 (In Russian)
- Modern production and technology. White cabbage. Technology for growing white cabbage in small farms https://itexn.com/8964_kapusta-belokochannaja-tehnologija-vyrashhivaniya-kapusty-belokochannoj-v-uslovijah-malyh-form-hozjajstvovaniya.html (21.03.2022) (In Russian)
- State Catalogue of Pesticides and Agrochemicals Permitted for Use on the Territory of the Russian Federation. Part 1. (2021) M.: MSKH. 122 pp. (In Russian)
- Stirmanov AV, Gallyamova OV. Thiametoxam (Aktara). *Pesticidy.ru*. https://www.pesticidy.ru/active_substance/thiametoxam (06.04.2022)
- Sukhoruchenko GI, Dolzhenko VI, Vasilyeva TI, Ivanova GP et al (2008) [Effective resource-saving technology for the use of thiamethoxam preparations in the fight against a complex of potato pests]. In: [Progressive technologies for the use of chemical plant protection products to prevent and eliminate harmful organisms]. SPb.: VIZR. 25–33 (In Russian)
- Volchkevich ID, Popov FA, Romanovsky SI (2021) White cabbage (diseases, pests, weeds and phytosanitary measures to limit their harmfulness). Appendix to the journal “Agriculture and Crop Production” 5(138). 28 p. (In Russian)

Plant Protection News, 2022, 105(1), p. 40–49

OECD+WoS: 4.01+AM (Agronomy)

<https://doi.org/10.31993/2308-6459-2022-105-1-15236>

Full-text article

EFFECTIVENESS OF INSECTICIDES AGAINST PESTS OF WHITE CABBAGE GROWN USING SEEDLING TECHNOLOGY

P.A. Opyakin, G.P. Ivanova*

All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

*corresponding author, e-mail: galinaivanova-vizr@yandex.ru

Among the two methods of growing white cabbage, the seedling technology is more widely used in North-Western Russia. Watering seedlings in cassettes with a systemic formulation of neonicotinoid insecticide Actara, WDG (250 g/kg thiamethoxam) prior to planting has been developed to protect white cabbage from early spring pests: flea beetles of the genus of *Phyllotreta* and the cabbage root fly. This approach is widely used by commercial growers and its efficacy requires monitoring under current conditions because of a possibility of resistance development. Testing Actara, WDG in 2019 and 2021 at the experimental field of All-Russian Institute of Plant Protection didn't show any significant decrease of biological effectiveness of seedling treatment. Testing biological effectiveness of systemic insecticides belonging to the chemical class of carbamates Lannate, WSP (250 g/kg metomil) and the new class isoxazolines isocycloseram was carried out in parallel. Biological effectiveness of the latter insecticide was higher compared to Actara against the flea beetles and the cabbage root fly during a 21-day period. In addition, plant infestation with diamondback moth decreased. Efficacy indices of Lannate were significantly lower. Isocycloseram shows a good potential for inclusion into the Index of Registered Formulations of the Russian Federation to protect cabbage against a complex of insect pests. Having an additional active ingredient available to farmers will be beneficial for developing rotation schemes to combat pest resistance.

Keywords: seedlings, flea beetles, cabbage root fly, diamondback moth, neonicotinoids, carbamates, isoxazolines, biological effectiveness

Submitted: 10.02.2022

Accepted: 05.04.2022