

УДК 632.937
ЕДН ZCRHQO
DOI 10.71453/3034-4174-2025-1- 26-37



РЕПЕЛЛЕНТНЫЙ ЭФФЕКТ РАСТЕНИЙ В СМЕШАННЫХ И БИНАРНЫХ ПОСЕВАХ КАК БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ЯРОВОГО РАПСА ОТ НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ

Данилов Виктор Павлович, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник¹

Макарова Мария Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии и агроэкологии¹

Иргалина Рагида Шакирьяновна, кандидат биологических наук, научный сотрудник¹

Пазин Максим Анатольевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии и агроэкологии¹

Сорокин Леонтий Леонтьевич, аспирант кафедры агрономии и агроэкологии¹

¹Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкова, г. Кемерово, Россия

Аннотация. Актуальность темы защиты сельскохозяйственных культур от насекомых-вредителей посредством растений репеллентов обусловлена высокой потерей урожайности и снижением качества урожая в рамках биологизации земледелия.

Цель работы – исследовать эффективность растений репеллентов как одно из средств защиты рапса в биологизированном земледелии Кузбасса. Исследования проводились в 2024 г. на сельскохозяйственных угодьях ООО «Азот-Агро». Пашня находится в Кемеровском муниципальном округе, пос. Звёздный. В качестве объектов наблюдения были выбраны яровой рапс (сорт СибНИИК 32), анис, укроп, полынь. Полевой опыт разработан и заложен по методике Б. А. Доспехова. Схема опыта включала: рапс (контроль); рапс + анис; рапс + укроп; рапс + полынь. В вариантах 2, 3, 4 рапс высевался в смеси с растениями-репеллентами; в вариантах 5, 6, 7 растения высевались между рядами рапса (вторым следом). Соответственно, варианты 1 и 8 – это контроль при каждом способе высева.

В результате исследования авторским коллективом установлено, что в конце вегетации ярового рапса, т.е. к моменту образования стручков,

заселенность вредителями (рапсовый цветоед, рапсовый пилильщик, капустная моль и крестоцветной блошки) заметно снизилась и биологическая эффективность (БЭ) в среднем по вариантам (смешанный посев) составила 30,5; 45,0 и 54,5 %, а по бинарному посеву – 58,9; 61,9 и 69,8 % соответственно.

Таким образом, изменение в динамике заселенности насекомых-вредителей можно объяснить тем, что к периоду образования стручков эфиромасличные растения достигли пика своего развития, нарастили биомассу и показали максимальную концентрацию эфирных масел, за счет чего был получен репеллентный эффект, влияющий на численность насекомых-вредителей.

Ключевые слова: яровой рапс, анис, укроп, полынь, биологическая эффективность защиты, вредители рапса, репеллентные свойства, защита растений.

METHOD OF BIOLOGICAL PROTECTION OF SPRING RAPE FROM INSECT PESTS USING THE REPELLENT EFFECT OF PLANTS IN MIXED AND BINARY CROPS

Danilov Viktor P.¹, Candidate of Agricultural Sciences, Research fellow

Makarova Maria S.¹, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy and Agroecology

Irgalina Ragida S.¹, Candidate of Biological Sciences, Research fellow

Pazin Maksim A.¹, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agronomy and Agroecology

Sorokin Leonty L.¹, Postgraduate student of the Department of Agronomy and Agroecology

¹Kuzbass State Agricultural University, Kemerovo, Russia

Abstract. The aim of the study was to investigate the effectiveness of repellent plants as a means of protecting rape in biologized agriculture in the conditions of Kuzbass. Research methods: the studies were conducted in 2024 on the agricultural lands of Azot-Agro LLC. The arable land is located in the Kemerovo municipal district, near the settlement of Zvezdny. Spring rape (variety SibNIIK 32), anise, dill, and wormwood were used as objects of research. The field experiment was developed and laid out according to the methodology of B.A. Dospekhov. The

experimental design included: rape (control); rape + anise; rape + dill; rape + wormwood. In options 2, 3, 4, rape was sown in a mixture with repellent plants, in options 5, 6, 7, the plants were sown between the rows of rape (in the second row). Accordingly, options 1 and 8 are controls for each sowing method. Research results: it was found that at the end of the spring rape vegetation, i.e. by the time of pod formation, the pest infestation such as rape blossom beetle, rape sawfly, cabbage moth and cruciferous flea beetle for all four main insect pests significantly decreased and the BE on average for the options (mixed sowing) were 30.5, 45.0 and 54.5%, and for binary sowing 58.9, 61.9 and 69.8%, respectively. Conclusion: the change in the dynamics of insect pests can be explained by the fact that by the period of pod formation, essential oil plants reached the peak of their development, increased their biomass and the maximum concentration of essential oils was present in the air, which could not help but scare away insect pests.

Keywords: spring rape, anise, dill, wormwood, biological efficiency, rape pests, repellent properties, plant protection.

Введение

Рапс *Brassica napus* относится к растениям семейства Крестоцветных *Brassicaceae*. Его успешно выращивают для получения зеленого корма, приготовления силоса, сенажа и травяной муки. В условиях Сибирского федерального округа урожайность зеленой массы ярового рапса может достигать 500–700 ц/га. По своей питательности она превосходит распространенные бобово-злаковые травосмеси. Кроме того, рапс обладает достаточно хорошей адаптационной способностью, интенсивно отрастает после скашивания или стравливания животными, что позволяет использовать его для выпаса скота [3–5; 7].

Яровой рапс является ценной масличной, кормовой и технической культурой. В его семенах в пересчете на абсолютное сухое вещество содержится 45–48 % жира, 21–23 % белка, 6–7 % клетчатки и до 24–26 % безазотистых экстрактивных соединений [3–5; 7]. Однако при возделывании сельскохозяйственных культур, в том числе рапса, существуют риски недополучения урожая. К таким факторам относят природно-климатические условия и ущерб от вредителей [8–11].

Несмотря на возросшую в последние десятилетия интенсивность применения химических средств защиты растений (масличный рапс),

основные биотические стрессы в целом усиливаются за счет повышения концентрации химических элементов синтетической природы в организме растения, что указывает на то, что текущая стратегия защиты не является устойчивой. Сельскохозяйственная практика показывает, что в настоящее время основную угрозу для масличного рапса во всех регионах России представляют насекомые-вредители [1; 2; 5; 12].

Смешанные посадки культур могут являться устойчивыми к вредителям и, соответственно, перспективным средством борьбы с ними. В биоценозе, т.е. дикой природе, на одной площади произрастают различные виды растений, в том числе те, которые привлекают некоторое количество насекомых-санитаров (хищников). Из-за этого смешанные посадки обладают более высокой сопротивляемостью вредителям. Особенно хорошо зарекомендовали себя пряные или эфиромасличные растения. Однако проведенные исследования подтверждают большую эффективность бинарных посевов при защите растений [1–12].

Цель данной статьи – исследовать эффективность растений-репеллентов как одно из средств защиты рапса в биологизированном земледелии Кузбасса при разных способах посевов.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2024 г. на сельскохозяйственных угодьях ООО «Азот-Агро». Пашня находится в Кемеровском муниципальном округе, пос. Звёздный. Полевой опыт разработан и заложен по методике Б.А. Доспехова [6].

Площадь учетных делянок – 30 м². Схема опыта включала: рапс (контроль); рапс + анис; рапс + укроп; рапс + полынь. В вариантах 2, 3, 4 рапс высевался в смеси с растениями-репеллентами; в вариантах 5, 6, 7 растения высевались между рядами рапса (вторым следом). Соответственно, варианты 1 и 8 – это контроль при каждом способе высеива. Способ посева – рядовой, с шириной междурядья 15 см. Между вариантами размещали пространственную изоляцию посредством посева пшеницы (рис. 1). Глубина посева – 2–3 см. Предшественник ярового рапса – яровая пшеница. Посев проводился 30 мая. Норма высеива ярового рапса – 10 кг/га, что составило 1 млн шт. всхожих семян на 1 га.

В качестве объектов наблюдения были использованы яровой рапс (сорт СибНИИК 32), анис, укроп, полынь.

	6		7		8		1												
	7		8		1		2												
	8		1		2		3												
1 – контроль	пшеница	2 – рапс + анис	пшеница	3 – рапс + укроп	пшеница	4 – рапс +	пшеница	5 – рапс + анис	пшеница	6 – рапс + укроп	пшеница	7 – рапс +	пшеница	8 – контроль					

Рис. 1. Схема опыта

Сорт рапса выведен в Сибирском федеральном научном центре агробиотехнологий РАН методом отдаленной гибридизации (В. парус Л. № 615 x В. campestris № 293) с последующим многократным индивидуальным отбором при строгом инбридинге. Год включения в Реестр – 2022 г.

Анис – сорт Алексеевский 1231, включен в Госреестр Российской Федерации. Высота растения – 58,3 см. Куст полусомкнутый. Масса 1000 семян – 3,29 г. Урожайность семян – 9,9 ц/га. Содержание эфирного масла – 5,67%. Валовой сбор эфирного масла – 51,6 кг/га. Вегетационный период – 99–102 дня. Устойчив к полеганию, осыпанию. Пригоден к механизированной уборке. Рекомендуется для производства эфирного масла.

Укроп – сорт Лесногородский, высокорослое растение, высота достигает 130 см. Толщина стебля большая – около 1,5 см. Сбор урожая проводят с момента появления всходов и до первых заморозков. Сорт среднеспелый: первый урожай снимают на 30-й день после посадки семян. Во всех частях растения содержится эфирное масло, придающее им специфический запах, и флавоноиды. Особенno много эфирного масла в плодах укропа (2,5–8 %). Эфирное масло – жидкость светло-жёлтого цвета с приятным, очень нежным запахом, напоминающим запах тмина. Основным компонентом масла из плодов является D-карвон (30-50 %); кроме того, в масле имеются D-лимонен, α-фелландрен, α-пинен, дипентен, дигидрокарвон. Главной составной частью

эфирного масла из растительного сырья является D- α -фелландрен, содержание карвона достигает всего лишь 15–16 %. Кроме того, в масле имеются лимонен, диллапиол, миристицин, α -пинен, камfen, н-октиловый спирт.

Полынь однолетняя, или Артемизия однолетняя, Сладкая полынь, Сладкая анни (*Artemisia annua*) – стебли высотой 30–100 см, прямостоячие, с приятным запахом. Плоды созревают в августе – сентябре. Химический состав представлен в таблице 1.

Таблица 1
Химический состав полыни однолетней

Летучие компоненты		Нелетучие компоненты
Основные	Второстепенные	Сесквитерпеноиды
L-камфора	Артемизия кетон	Флавоноиды и кумарины
β -камfen	1,8-цинеол	Ферменты (β -галактозидаза, β -глюкозидаза)
β -кариофиллен	Камfen	Стериоиды (β -ситостерин, стигмастерол)
β -пинен	Терpineол	

Почва выбранного участка – чернозём выщелоченный, маломощный, среднегумусовый, тяжелосуглинистый, содержание гумуса – 9,7%, подвижного фосфора – 63 мг, калия – 153 мг/кг почвы, pH – 6,5.

Учет численности вредителей проводили с помощью жёлтых двухсторонних kleевых ловушек размером 0,1x0,25 м, установленных на каждом варианте. Первая установка проходила 24 июня. Биологическую эффективность от посева растений-репелентов по дням учета рассчитывали по формуле (1):

$$\text{БЭ} = 100 - \frac{b}{a} \times 100, \quad (1)$$

где БЭ – биологическая эффективность (%), выраженная в соотношении снижения численности вредителя относительно контроля; b – численность вредителя в опыте в день учета; a – численность вредителя в контроле в день учета.

При посеве было внесено аммофоса из расчета 50 кг/га и КАС-32 в дозе 100 л/га.

Результаты

Одним из основных вредителей на яровом рапсе является рапсовый цветоед. Наибольший вред рапсовый цветоед наносит в фазе бутонизации. Благоприятной температурой для массового заселения посевов рапсовым цветоедом считается +13...+14 °C, а если она меньше +10 °C, то насекомые перестают питаться и начинают прятаться на поверхности почвы.

При обследовании ловушек 26 июля 2024 г. было установлено присутствие жуков рапсового цветоеда во всех вариантах, однако их численность отличалась в зависимости от условий опыта. В то время в смешанных посевах рапса с репеллентами численность жуков было сравнительно меньше, чем в бинарных посевах, и колебалась от 7 до 33 штук. Минимум насекомых наблюдался в варианте 7 (рапс + полынь) (табл. 2).

Таблица 2

Численность жуков рапсового цветоеда при разных вариантах посевов

Вариант	Период цветения			Период образования стручков		
	Численность насекомых	Разница к контролю, шт.	БЭ, %	Численность насекомых	Разница к контролю, шт.	БЭ, %
1	36	–	–	18	–	–
2	18	-18	50,0	8	-10	55,6
3	17	-19	52,8	7	-11	61,1
4	8	-28	77,8	5	-13	72,2
5	15	-18	54,5	7	-9	56,3
6	12	-21	63,6	6	-10	62,5
7	7	-26	78,8	5	-11	68,8
8	33	–	–	16	–	–

В период образования стручков численность жуков рапсового цветоеда на ловушках составила от 5 до 18 шт. В данном случае подтверждается эффективность варианта 4 (в смешанном посеве), где БЭ – 77,8 %, и варианта 7 (в бинарном посеве), БЭ – 78,8 %, где в качестве репеллента выступала полынь.

Типичный вредитель рапса, появляющийся сразу после посева – крестоцветная блошка. В зависимости от способа посева и определённого репеллента (варианты посевов) количество насекомых варьировалось

(табл. 3). В вариантах, где рапс высевался в смеси с репеллентами, заселённость крестоцветными блошками сравнительно выше, чем в вариантах с межрядковым способом посева репеллентов. Анализ данных показал, что сравнительно эффективным способом при бинарном посеве оказался вариант 7 (рапс + полынь) с показателем биологической эффективности – 65,5 %. В смешанных посевах рапса с репеллентами эффективным вариантом размещения эфиромасличных растений относительно контроля оказался вариант 4 (смесь рапса и полыни), БЭ – 55,2 %.

Таблица 3

Численность жуков крестоцветных блошек при разных вариантах посевов

Варианты	Период цветения			Период образования стручков		
	Численность насекомых	Разница к контролю, шт.	БЭ, %	Численность насекомых	Разница к контролю, шт.	БЭ, %
1	145	–	-	294	–	–
2	81	-64	44,1	274	-20	6,8
3	67	-78	53,8	259	-35	11,9
4	65	-80	55,2	250	-44	15,0
5	33	-51	60,7	56	-6	9,7
6	30	-54	64,3	55	-7	11,3
7	29	-55	65,5	42	-20	32,3
8	84	–	–	62	–	–

При втором учёте насекомых-вредителей (период образования стручков) в зависимости от варианта численность крестоцветных блошек многократно возросла – от 62 до 294 шт. Это связано с резким потеплением температуры в августе. Средняя температура воздуха 1-й декады августа составила 13 °С, а в первой половине 2-й декады (с 11 по 15 августа) уже равнялась 19 °С. Установлено, что в вариантах посева смешанным способом рапса с репеллентами высоким отпугивающим эффектом отмечен вариант 4 (смесь рапса и полыни), БЭ – 15 %. На посевах рапса с репеллентами через ряд численность крестоцветных блошек в среднем составила 42–56 жуков. В этом

случае лучшие показатели отмечены в варианте 7 (рапс+укроп), который можно охарактеризовать как самый эффективный, БЭ – 32,3 %.

Лёт рапсового пилильщика начинается при температуре окружающей среды не менее 20 °С. Оптимальные условия для этого вредителя сложились уже в первой декаде июня со средней температурой воздуха 23 °С. Вред наносит личинка – ложногусеница. Как видно по данным таблицы 4, в период цветения смеси с рапсом можно выделить эффективные варианты. Здесь вариант 4 показал сравнительно лучший результат, в среднем было зафиксировано 22 экземпляра (или БЭ 66,2 %). В случае посева рапса с репеллентом через ряд заселённость рапсовым пилильщиком в среднем снижается на 16–18 насекомых, а БЭ возрастает до 69,6–78,3 %. В данном случае высокая степень биологической эффективности наблюдается в варианте 7 – 85,7 %.

Таблица 4

Численность рапсового пилильщика при разных вариантах посевов

Вариант	Период цветения			Период образования стручков		
	Численность насекомых	Разница к контролю, шт.	БЭ, %	Численность насекомых	Разница к контролю, шт.	БЭ, %
1	65	–	–	14	–	–
2	26	-39	60,0	8	-6	42,9
3	25	-40	61,5	6	-8	57,1
4	22	-43	66,2	5	-9	64,3
5	38	-18	32,1	7	-16	69,6
6	13	-43	76,8	6	-17	73,9
7	8	-48	85,7	5	-18	78,3
8	56	–	–	23	–	–

В период образования стручков рапса лёт рапсового пилильщика значительно сокращается. В смешанных посевах рапса лучший результат отмечен в варианте 4 (БЭ – 64,3 %). В бинарных способах посева рапса с репеллентами лучшим оказался вариант 7, где БЭ составила 78,3 %.

Капустная моль – типичный вредитель этномофауны крестоцветных культур. В целом заселённость данным вредителем можно охарактеризовать как сравнительно низкую (табл. 5). При учёте вредителей в июле 2024 г. на

ловушках наблюдалось сравнительно меньшее количество бабочек капустной моли, чем других насекомых. В смешанных посевах рапса с репеллентами количество бабочек капустной моли составляло 5–6 особей. Однако при бинарном способе посадки рапса с репеллентами количество бабочек сократилось до 2–4 особей. Лучшим вариантом среди всех оказался вариант 7, где БЭ составила 66,7 %.

Таблица 5

Численность учета капустной моли при разных вариантах посевов

Варианты	Период цветения			Период образования стручков		
	Численность насекомых	Разница к контролю, шт.	БЭ, %	Численность насекомых	Разница к контролю, шт.	БЭ, %
1-й	7	–	–	6	–	–
2-й	6	-1	14,3	5	-1	16,7
3-й	6	-1	14,3	3	-3	50,0
4-й	5	-2	28,6	2	-4	66,7
5-й	4	-2	33,3	0	-4	100
6-й	3	-3	50	0	-4	100
7-й	2	-4	66,7	0	-4	100
8-й	6	–	–	4	–	–

Таким образом, следует отметить эффективность бинарного способа посева рапса с репеллентами, что отразилось на количестве насекомых в период образования стручков, соответственно, в вариантах 5, 6 и 7 бабочки капустной моли отсутствовали. Тенденция низкой заселённости капустной моли отмечена по прошествии трёх недель после первого учёта.

Заключение

В результате проведения полевых опытов установлено, что в конце вегетации ярового рапса, т.е. к моменту образования стручков, заселенность насекомыми-вредителями (рапсовый цветоед, рапсовый пилильщик, капустная моль и крестоцветная блошка) заметно снизилась и БЭ в среднем по вариантам (смешанный посев) составила 30,5; 45,0 и 54,5 %, а при бинарном посеве – 58,9; 61,9 и 69,8 % соответственно.

На наш взгляд, изменение динамики заселенности насекомыми-вредителями можно объяснить тем, что к периоду образования стручков эфиромасличные растения достигли пика своего развития и нарастили биомассу, что сказалось на присутствии в воздухе максимальной концентрации эфирных масел, отпугивающих насекомых-вредителей.

Список источников

1. Байбусенов, К.С. Экологизированные системы защиты рапса от основных насекомых-вредителей для снижения риска природному биоразнообразию // Сохранение биологического разнообразия и развитие сети особо охраняемых природных территорий : мат-лы международ. науч.-практич. конф. Костанай, 2024. С. 194–200.
2. Гольдин, Е.Б. Биологическая защита растений в свете проблем XII века // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2014. Т. 10, № 2 (13). С. 99–107.
3. Гулидова, В.А. Рапс – высокомаржинальная культура России: моногр. Елец : ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», 2019. 310 с.
4. Данилов, В.П., Тарасова, З.Б. Основные элементы технологии возделывания ярового рапса селекции СИБНИИ кормов для условий лесостепной зоны Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2009. № 10 (202). С. 54–60.
5. Докукин, Ю.В., Сабитова, Л.Ш. Использование эфиромасличных растений в целях защиты рапса ярового от вредителей и повышения его продуктивности // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2021. № 23. С. 27–30.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки исследований). 6-е изд., стереотип. Москва : Альянс, 2011. 351 с.
7. Поддубная, Е.Н. Поддубный, Т.Н. Вредители ярового рапса в Западной Сибири // Защита и карантин растений. 2014. № 5. С. 34–36.
8. Степanova, D.I., Григорьев, M.F., Григорьева, A.I. Биотехнологические основы повышения урожайности и качества овощных культур в условиях защищенного грунта Якутии: моногр. Якутск : Изд. дом СВФУ, 2022. 92 с.
9. Степanova, D.I., Эверстова, У.К., Григорьев, M.F. Мелиоративное земледелие. Новосибирск: Изд. АНС «СибАК», 2018. 124 с.

10. Степанова, Д.И., Григорьев, М.Ф., Григорьева, А.И. Системы использования биоудобрений из возобновляемых ресурсов в растениеводстве Якутии: моногр. Москва : Русайнс, 2019. 82 с. (ISBN 978-5-4365-4360-4)
11. Степанова, Д.И., Эверстова, У.К., Григорьев, М.Ф., Григорьева, А.И. Агротехнологические приемы возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Республики Саха (Якутия) // Свидетельство о регистрации базы данных RU 2020620632, 01.04.2020. Заявка № 2020620475 от 23.03.2020.
12. Экономические пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур: справочник / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 76 с.