

ПРИМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РАПСА В СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Мырзабаева М.Т.^{id}, Конысбаева Д.Т.^{id}, Гаджимурадова А.М.^{id} Байбусенов К.С.^{id}

«Казахский Агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», пр. Женис 62, Астана 010000, Казахстан

Автор для корреспонденции *e-mail: m.myrzabayeva@kazatu.edu.kz

АБСТРАКТ

Статья посвящена биологизации процессов защиты одной из перспективных культур в условиях Северного Казахстана. В рамках исследований рассмотрены пути экологизации схем защиты рапса. В статье изложены итоги оценки влияния снижения применения пестицидов на урожайность и состояние посевов рапса при включении в схему химической обработки стимулятора роста Зеребро Агро и удобрения GrosPhosphite-LNK. По результатам проведенных исследований показана прибавка к урожайности в 1,9 ц/га и на 4,2% повышение хозяйственной эффективности при использовании комплексной защиты. Полученные результаты позволяют предположить, что включение в схему стимуляторов при снижении концентрации химических компонентов, могут позволить снизить нагрузку на окружающую среду, а также позволят обеспечить качество урожая.

Ключевые слова: рапс, экосистема, биологический контроль, пестициды, органическое земледелие, экологизация.

ВВЕДЕНИЕ

Рапс входит в число масличных культур с самым высоким объемом производства в мире [1]. По итогам 2024 года ведущими странами-производителями рапса являются: Канада (20 млн.т), Китай (15,6 млн.т), Индия (12,1 млн.т), Австралия (5,5 млн. т), Россия (5,1 млн. т) [2]. Согласно прогнозам на 2025 год мировой урожай рапса составит 87,2 млн.т., что на 2 % меньше, чем в 2024 г, что связано со снижением посевных площадей и более низкой урожайностью в ряде стран из-за неблагоприятных погодных условий. В Казахстане производство рапса в 2024 году было на уровне 286 тыс. т, при уровне производства масла в 39,2 тыс. тонн.

Биологический потенциал культур, используемых в качестве источников питательных веществ, в частности, масел, требует дополнительного рассмотрения и изучения в рамках экологизации производства [3]. Ежегодное увеличение объема производства рапса неизбежно приводит к необходимости привлечения все большего количества химических пестицидов для защиты посевов [4]. Рапс довольно привлекателен для насекомых как для вредных, так и для насекомых-опылителей [5]. По данным ФАО ООН, мировой ежегодный экономический ущерб от вредных организмов оценивается в 300 млрд.\$ США, потери урожая сельскохозяйственной продукции составляет 35 %, в.т.ч. от вредителей – 18,8%, от сорняков – 12,0%, от болезней – 9,2 % [6].

Средний объем расхода гербицидов на посевах рапса от 200 до 300 л, инсектицидов 150-250 л рабочего раствора. Одной из основных задач обеспечения биобезопасности продукции является своевременное выявление прогнозирования вредных организмов сельскохозяйственных культур, предотвращение потерь урожая от вредных и особо опасных вредных организмов, как факторов внутренних и внешних угроз продовольственной безопасности [7].

До недавнего времени синтетические пестициды широкого спектра действия считались наиболее эффектив-

ным средством борьбы с вредителями и заболеваниями в сельском хозяйстве. Однако с течением времени чрезмерная зависимость от пестицидов оказала неблагоприятное воздействие на полезных насекомых, здоровье человека и окружающую среду и привела к развитию насекомых, устойчивых к пестицидам.

На сегодняшний день существует острая необходимость в разработке альтернативных стратегий борьбы с вредными-насекомыми и заболеваниями, направленных на минимальное использование пестицидов и сохранение естественных врагов для поддержания экологического баланса окружающей среды. Во всем мире насекомые-вредители играют более важную роль, чем грибковые заболевания, в производстве рапса, за исключением Австралии. В Европе насчитывается 17 экономически значимых насекомых-вредителей рапса, и она имеет самое большое разнообразие по сравнению с Китаем, Канадой и Австралией. Только одно насекомое — моль ромбовидная (*Plutella xylostella*), как сообщается, распространена во всем мире. Повреждение насекомыми-вредителями приводит к ежегодной потере урожая при производстве масличного рапса на 15% в европейском масштабе [8]. В отличие от борьбы с грибковыми заболеваниями, борьба с насекомыми-вредителями масличного рапса в последние десятилетия опиралась на пестициды из-за отсутствия эффективных методов севооборота, обработки почвы, биоконтроля и устойчивости сортов [9]. Частое использование ограниченного числа инсектицидов с одинаковым механизмом действия привело к тому, что за последнее десятилетие во всем мире появились популяции насекомых, устойчивые к различным классам инсектицидов (например, пиретроидам), включая популяции ромбовидной плодожорки и пыльцевого жука (*Brassicogethysaeneus*), капустной стеблевой блошки (*Psylliodes chrysocephala*) и капустного семенного долгоносика (*Ceutorhynchus strabus*, syn. *assimilis*) [10]. В Европе запрет на обработку семян неоникотиноидами в 2013 году привел к увеличению поражения насекомыми и снижению урожайности масличного рапса (например, в Великобритании) [11]. Кроме того, ко-

личество разрешений на новые традиционные средства защиты растений снижается. В то же время изменение климата приводит к изменению популяций насекомых и, как следствие, прогнозируется перемещение насекомых-вредителей в незатронутые до сих пор районы производства рапса [12].

Эти события в настоящее время ставят под угрозу выращивание масличного рапса. Поскольку стратегии борьбы с насекомыми-вредителями, основанные исключительно на инсектицидах, не являются устойчивыми, срочно необходим фундаментальный сдвиг в сторону инновационных и комплексных подходов к борьбе с ними [13].

Все большее внимание уделяется использованию экологически чистых методов борьбы с вредителями [14].

Целью данного исследования является изучение влияния экологизированной схемы защиты посевов рапса при использовании сниженного количества использования химических пестицидов с включением в схему биодобровений, активаторов роста для снижения нагрузки на окружающую среду и для стимуляции иммунного ответа растений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1. Выборка образцов

Исследования проводились в период 2021–2023 гг в полевых и лабораторных условиях на полигоне Акмолинской области НПЦ ЗХ им. А.Бараева и НАО «КАТИУ им. С. Сейфуллина».

Объектом исследования являлся яровой рапс сорта «Майлы Дэн», который с 2016 г. районирован в Акмолинской области (Патент № 551 от 16.04.2015 г.). Сорт среднеспелый. В условиях Акмолинской области созревает за 89-105 дня в зависимости от погодных условий и предшественников. Продолжительность периода до цветения. Таблица 1. Схема обработки химическими препаратами рапса на полях НПЦ ЗХ им.А.Бараева в период 2021-2023 гг.

тения составляет в среднем 36 дней, достижение технической спелости через 52-58 дней. Средний урожай масла семян по годам испытаний в питомнике конкурсного сортоиспытания составил 21,64 ц/га. Масса 1000 семян 3,7 г. Содержание жира в семенах составляет 43,29 – 47,76 %, белка 23,5 %, глюкозинолатов 0,7 %, эруковой кислоты 0,0 %. Рассматриваемые факторами воздействия на культуру являются: вредители, болезни, сорные растения, карантинные объекты, семена, средства защиты растений, регуляторы роста растений, биопрепараты.

2.2. Сроки посева, препараты, схема и сроки обработки.

Всего было 9 участков по 0,2 га каждый: опыт 1 – эталонная схема обработки (3 участка), опыт 2 – экологизированная схема обработки (3 участка) и контроль (без обработки) (3 участка). При обработке рапса использовали общепринятую в регионе эталонную схему гербицидной, инсектицидной обработки как показано в таблице 1. В опытной схеме применяли стимуляторы роста Зеребро Агро - стимулятор роста с фунгицидным эффектом на основе коллоидного серебра [15], удобрение GrosPhosphite-LNK N-20, P₂O₅(фосфит)-20, K₂O-15, L-α-аминокислоты-3 [16]. Химические препараты, применяемые в исследовании и представлены в таблице 1.

Инсектицидная обработка проводилась самоходным опрыскивателем ДжонДир марки R4030, ширина захвата 24 м.

2.3. Погодные условия Шортандинского района Акмолинской области за 2021-2023 гг.

Шортандинский район Акмолинской области лежит в зоне сухих степей, климат которых характеризуется резкой континентальностью – холодной продолжительной зимой и сухим жарким летом. Среднегодовая температура +2°C. Самым холодным месяцем является февраль. Средняя температура –16°C–18°C, в отдельные годы (январь)

Система защиты	Вид работы	Препараты	Норма внесения	Дата
Фунгицидная обработка (протравливание)				
1	Протравливание семян (эталон)	Витакс, в.с.к (карбоксин, 170 г/л + тирам, 170 г/л)	4.0	18.05
2	Протравливание семян (опыт)	Витакс, в.с.к (карбоксин, 170 г/л + тирам, 170 г/л)+Зеребра Агро, в.р (500 мг/л коллоидного серебра + 100 мг/л полигексаметиленбигуанид гидрохлорид)	4,0+0,15	18.05
Инсектицидная обработка				
3	Инсектицидная обработка (эталон)	Каратэ Зеон, к.э.(лямбда-цигалотрин, 50 г/л)	0,2	27.06
4	Инсектицидная обработка, подкормка микроудобрениями (опыт)	Флекс Эксперт, к.э. (дельтаметрин, 100 г/л) + ГросФосфито-LNPK (д.в.: Азот N + Фосфор (фосфит) P ₂ O ₅ + Калий K ₂ O + Свободные аминокислоты)	0,06 + 2,0	04.07

Гербицидная обработка				
5	Гербицидная обработка (эталон)	Секатор Турбо, м.д. (йодосульфурон-метил-натрий, 25 г/л + амидосульфурон, 100 г/л + мефенпир-диэтил (антидот) 250 г/л) + Пантера 4%, к.э. (хизалофоп-п-тефурил, 40 г/л)	0,075 + 1,5	27.06
6	Гербицидная обработка (опыт)	Гармония, в.д.г. (Тифенсульфурон-метил, 750 г/кг) + Терра 4%, к.э. (хизалофоп-п-тефурил, 40 г/л) + Зеребра Агро, в.р. (коллоидное серебро, 500 мг/л + полигексаметиленбигуанид гидрохлорид, 100 мг/л)	0,016 + 1,0 + 0,15	04.07

отмечались морозы с сильным ветром до -45°C . Начало образования устойчивого снежного покрова приходится на конец октября – начало ноября.

Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом - 140-165 дней. Окончательное таяние снега происходит в середине апреля.

Характерной особенностью холодного периода является сильно развитая ветровая деятельность, так как территория поселка и района лежит в зоне степей. Направление ветра в этот период преимущественно юго-восточное силой 5,8 - 6,0 м/сек.

Весна характеризуется быстрым ростом суточных амплитуд температуры воздуха. Заморозки весной прекращаются во второй половине мая.

Лето отличается высокими температурами воздуха. Самыми жаркими месяцами являются июнь-июль, средняя температура которых доходит до $+19,2^{\circ}\text{C}$, $+21,3^{\circ}\text{C}$. Максимальная температура $+38,2^{\circ}\text{C}$. Продолжительность безморозного периода составляет 100-130 дней. Количество осадков, выпадающих за вегетационный период, в среднем, составляет 235 мм. Сумма положительных температур – 2400-2600 градусов. Показатели температуры и уровень осадков представлены на рисунке 1.

В период 2021-2023 гг температурный режим имел некоторые скачки в период апреля 2022 г на $5,1-5,6^{\circ}\text{C}$ выше средней многолетней температуры за 2021 и 2023 г., в мае 2021 г на $1,5-1,9^{\circ}\text{C}$ выше, чем в 2022 г. и 2023 г и июле

2023 г. на $3,3-4^{\circ}\text{C}$ выше, чем в 2021 г и 2022 г.

Все 3 года исследований характеризуются, как засушливые. ГТК за 2021 и 2022 годы составил 0,4, за 2023 год 0,26. Согласно критериям Г.Т.Селянинова данные показатели говорят о том, что 2021 и 2022 годы относятся к очень засушливым, а 2023 год к сухому году.

Среднее отклонение от многолетнего показателя составляет 91,1 мм. При этом сокращение уровня осадков проходило от 2021 к 2023 году, что делает 2023 год самым засушливым годом. Общая сумма осадков за период вегетации составил за 2021 год 107,7 мм, за 2022 год – 123,2 мм, за 2023 год – 71,9 мм. Данные погодные условия способствовали низкому уровню распространения грибковых и бактериальных заболеваний, при этом распространение сорняков и насекомых было достаточным для нанесения вреда растениям рапса.

2.4. Фитосанитарный мониторинг

Мониторинг по развитию вредных организмов проводили каждые 7-10 дней, согласно общепринятых методик в фитосанитарном мониторинге [17-18]. В ходе мониторинга проводили расчёт биологической эффективности опытной и стандартной схемы.

2.5. Методы учета болезней растений

За вегетационный период проводили три обследования рапса: фазу полного прорастания, бутонизации, цветения и перед уборкой урожая.

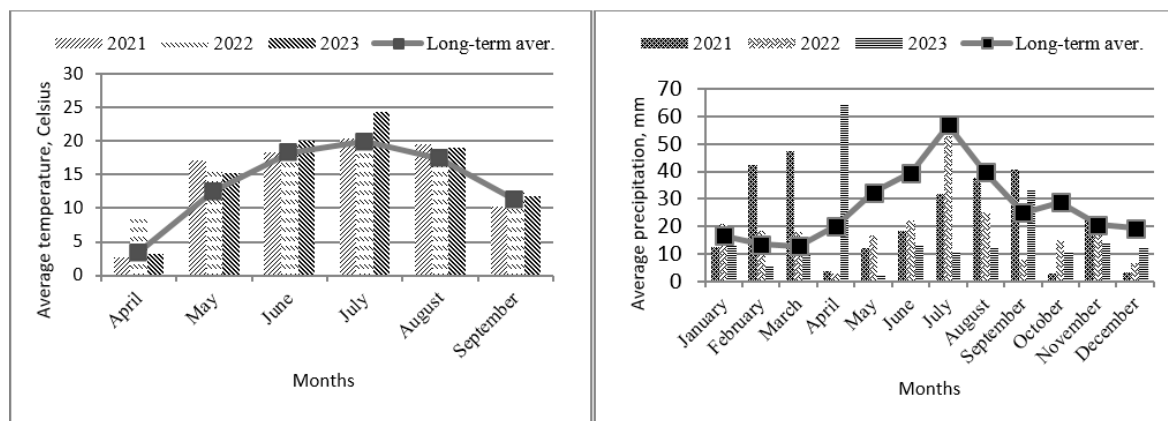


Рисунок 1. Динамика распределения осадков и температурного режима в Шортандинском районе, 2021-2023гг

Степень повреждения оценивали по специальным шкалам и выражали в баллах или процентах. Принимали 3-4-балльные шкалы с подробными характеристиками каждого балла применительно к каждому заболеванию. Динамику развития болезней учитывали путем анализа пораженности в основные фазы роста и развития. Распространение, интенсивность развития и динамику болезней рапса проводили по методике А.Е.Чумакова, И.И.Минкевича, Ю.И. Власова, Е.А.Гаврилова [19]. Мониторинг вредителей проводили с целью выявления видового состава и численности вредных насекомых в полевых условиях по методике Белецкого Е. Н. [20]. Материалом исследования являлись болезни и вредители семенного материала и вегетирующих растений зерновых культур.

Фитосанитарное состояние посевов оценивалось по двум показателям: распространенности болезни и интенсивности ее развития по общепринятым методикам [21].

Выявление болезней сельскохозяйственных культур, степень их развития и определение видового состава возбудителей осуществляли путем систематических учетов, проводимых на стационарных участках и в процессе маршрутных обследований.

Степень поражения самого растения определялась по шкалам: шкала оценки степени поражения листьев и листовых влагалищ злаков мучнистой росой и интенсивность развития септориоза на колосе; шкала степени поражения посевов зерновых бурой, стеблевой, корончатой и карликовой ржавчиной; шкала оценки степени поражения злаковых видами корневой гнили и фузариозного поражения колоса, в баллах; шкала для оценки степени поражения листьев зерновых желтой ржавчиной [22].

2.6. Биометрические показатели. Измерение высоты растений

При сборе урожая отбирали по 10 растений в 3 повторностях из 3 внутренних рядов. С каждого участка отбирали образцы и измеряли следующие параметры высоты растения (см), длину корней (см), биомассу растения (г), количество семян/стручков.

2.7. Масса 1000 семян (г)

Масса одной тысячи семян - взвешивается на прецизионных аналитических весах (0,001 г), с восемью подпробами по 100 семян на каждый гибрид (Бразилия, 2009 г.).

2.8. Концентрация хлорофилла а, в.

Хлорофилл в листьях определяли с помощью спектрофотометрии [23]. Образцы растительного сырья (0,3-0,5 г) измельчали в фарфоровой ступке с небольшим количеством 80%-ного ацетона (2-3 мл) и чистого кварцевого песка, затем его фильтровали. Надосадочную жидкость сливали и процедуру повторяли до тех пор, пока остаток не станет бесцветным. Затем их настаивали (2-3 минуты) с последующей фильтрацией. Полученный экстракт фильтровали через фильтровальную бумагу из воронки в колбы по 25 мл и пропускали по 10 мл. Концентрации хлорофилловых пигментов определяли на основе поглощения трех длин волн: 649, 665 нм концентрации хлорофилловых пигментов рассчитывали в соответствии с уравнением Вернона [24].:

$$Ca \text{ (мг/л)} = 11, 63xD665-2, 39xD649;$$

$$Cb \text{ (мг/л)} = 20, 11xD649-5, 18xD665;$$

2.9 Микробиология

Анализ обсемененности семян проводили по ГОСТ 12044-93 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями по методу 10.2 Анализ семян на питательных средах. Вкратце, семена промывали в течение 1 ч под водопроводной водой и далее 96% спиртом 1-2 минуты. Далее семена ополаскивали в стерильной дистиллированной воде и просушивали на фильтровальной бумаге. На одну чашку помещали 15 семян и проращивали в термостате при температуре 28°C. Микроскопию грибов проводили методом «раздавленной капли» ГОСТ 12044-93 пункт 10.2.3.3.

2.10 Проведение ПЦР

После получения чистой культуры [25] проводили выделение ДНК набором Фитосорб (Россия) согласно протоколу завода изготовителя. Концентрацию ДНК измеряли концентрацию на NanoDrop2000 (средняя концентрация составляла 129 нг/мкл).

Отработка параметров ПЦР по праймерам проводилась на образцах чистых культур грибов. Проведение ПЦР с оптимизированными специфичными праймерами. Праймеры: *Mucor spp.* 5'GCATCGATGAAGAACGCAGC 3' и 5'TCCTCCGCTTATTGATATGC 3' (температура отжига 52°C, размер продукта 350 п.н.), *Fusarium graminearum* IAC F 5'-GATCTAAAGCACTATGAATCACCAC-3' и IACR5'-ATCGAACTGGATCTCAACAGC-3' (температура отжига праймеров 52°C, размер продукта 689 п.н.), *Trichoderma spp.* EF1-728F-FTric5'-CATCGAGAAGTTCGAGAAGG-3' и TEF-1-LLerevR-Tric 5'AACTTGCAGGCAATGTGG 3' (температура отжига праймеров 52°C, размер продукта 350 п.н.), *Aspergillus spp.* ASPU F 5'-ACGCTTTCAGACAGTGTTCG-3' и NilrR 5'-TTCAGTAGATCAGACAGAGT 3' (температура отжига праймеров 52°C, размер продукта 272 п.н.).

Аmplификацию генов проводят в конечном реакционном объеме 25 мкл, содержащем: 1.5 mM буфера, 2 mM dNTP, 25 пмоль праймера F, R, 1U Taq DNA полимеразы, DNA с концентрацией 100 ng/μl. ПЦР проводили в следующих условиях термоциклирования: 95°C в течение 15 с., отжиг 52-58°C, в течение 40 с, 72°C в течение 40 сек, и окончательной элонгацией 5 мин при 72°C. Анализ амплифицированных целевых фрагментов ДНК, проводили в 1,5% агарозном геле, в присутствии бромистого этидия. В качестве электродного буфера использовали 1x TAE-буфер. Электрофорез продуктов амплификации проводили в аппарате для горизонтального электрофореза GelDoc (Bio-Rad, Germany). В качестве маркера молекулярных масс использовали «DNA Ladder 1kb» (Fermentas, USA).

2.11. Статистика

Повторность опытов была трехкратной, обработка данных проводилась с использованием программы Microsoft Excel 2010. Достоверным считали показатели с $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Протравливание семян.

В начале исследований проводили исследование уровня обсемененности семян рапса. Протравливание се-

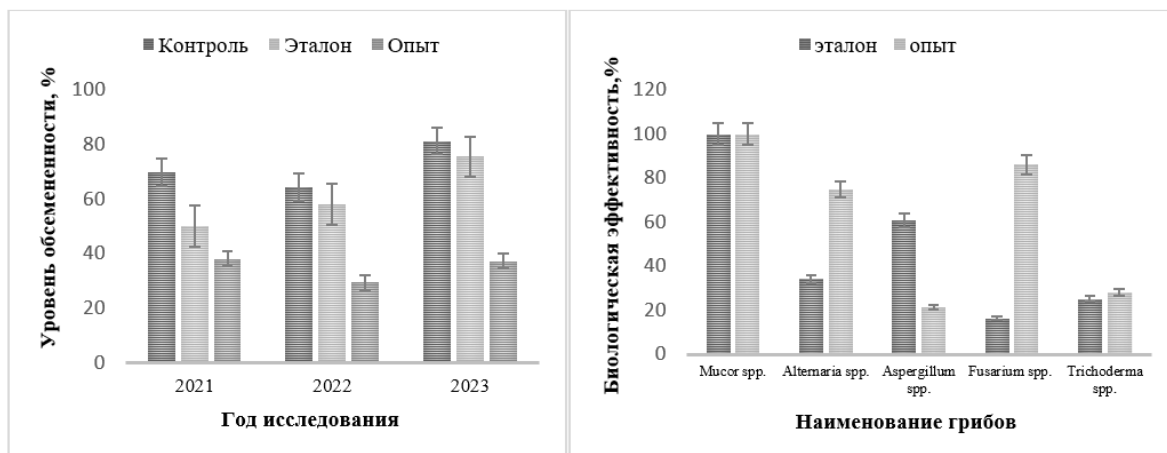


Рисунок 2. Влияние протравителей на обсемененность семян (2021-2023 гг.)

мян ежегодно проводили препаратом Витакс в.к.с. (эталон) и Витакс, в.к.с. + Зерубра Агро, в.р. в качестве опытного варианта. Обсемененность семян в период 2021-2023 гг. не значительно отличалась. Методом ПЦР с использованием специфических праймеров идентифицировали основных представителей грибной микрофлоры семян. Так на рисунке 2 представлены результаты уровня обсемененности семян до и после обработки протравителем.

Протравливание семян с применением опытной схемы в течение трехлетних исследований показал положительное влияние на снижение уровня обсемененности семян. В качестве препарата в эталонной схеме применяли препарат, который длительное время используется для протравливания семян рапса на территории Казахстана. Многие грибы выработали устойчивость к данному препарату, поэтому использование дополнительного компонента позволили увеличить его эффективность на 11,9% ($p \geq 0,05$), при этом снизив уровень обсемененности по сравнению с контролем (без обработки) на 31,8% ($p \geq 0,001$). При этом в разрезе 3-х летнего периода уровень контаминации в 2023 году был выше по сравнению с предыдущими годами на 11,4% ($p \geq 0,05$) и 16,9% ($p \geq 0,01$), в 2021 и 2022 годах, соответственно. Идентификацию па-

тогенов проводили методом ПЦР с использованием специфических праймеров (рисунок 3).

Уровень эффективности эталонного препарата оказался ниже опытной смеси. Так среди представителей грибковой микрофлоры в 2021 году были *Mucor spp.*, *Aspergillum spp.*, *Fusarium spp.*, *Trichoderma spp.*, после протравливания препаратом Витакс, в.к.с. были выявлены только *Fusarium spp.*, *Trichoderma spp.*, препарат сохранил свою эффективность в отношении *Mucor spp.* при этом эффективность против *Fusarium spp.*, *Trichoderma spp.* практически отсутствовала, 2,1% и 3%, соответственно. Опытная смесь показала свою эффективность против 3 грибов *Mucor spp.*, *Aspergillum spp.*, *Fusarium spp.*, однако эффективность против *Trichoderma spp.* была на уровне 20%.

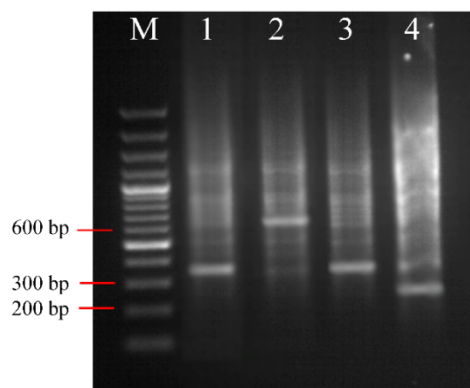
Схема №2 Инсектицидная обработка

В период первой декады июня проводили фитосанитарный мониторинг, рапс находился в фазе всходов. Из вредителей выявлен лет капустной белянки (12 экз/100 взмахов сачком) и наличие крестоцветных блошек (7 экз/метр.кв).

При следующем мониторинге на фазе 2–4 листьев у рапса отмечено начало лета капустной моли - 160 имаго/100 взмахов сачком, появление первых гусениц вредителя - 1 экз/растение и появление крестоцветных клопов - 2 экз/растение. Численность капустной белянки не изменилась, но выросло количество крестоцветных блошек (с 7 до 11 экз/метр.кв).

В конце третьей декады июня отмечен лет бабочек лугового мотылька 207 экз. Гусеницы вредителя были выявлены только на рапсе - 21 экз/метр кв. Численность имаго белянки выросла на 100% (с 12 до 24 экз), также было выявлено появление гусениц капустной белянки (0.2 экз/растение). Численность крестоцветных клопов не изменилась, а численность крестоцветных блошек увеличилась на 1 экз.

По результату фитосанитарного мониторинга первой декады июля было установлено, что после инсектицидной обработки согласно схеме (таблица 1) опытных участков численность гусениц лугового мотылька на рапсе снизилась в 7 раз (с 21 до 3 экз/метр.кв), гусениц капустной моли на четверть (до 2.2 экз/растение), гусениц белянки в

Рисунок 3. Результаты ПЦР анализа идентификации патогенов (дорожка 1 – *Mucor spp.*, дорожка 2 – *Fusarium graminearum*, дорожка 3 – *Trichoderma spp.*, дорожка 4 – *Aspergillum spp.*)

три раза (до 0.06 экз/растение). Наличие, как крестоцветных клопов, так и крестоцветных блошек после проведения первой инсектицидной обработки, не установлено.

Отмечено прекращение лета бабочек лугового мотылька на посевах рапса. На рапсе отмечено появление рапсового цветоеда, численность имаго составила 119 экз/100 взмахов сачком, а численность гусениц 1 экз/бутона. Численность бабочек белянки снизилась до 4 экз., капустной моли до 32 экз., а численность гусениц до 1 и 40 экз/100 растений соответственно.

В конце 3 декады июля после проведения инсектицидной обработки на рапсе отмечено появление стручкового комарика в численности 188 экз/100 взмахов сачком. После третьей инсектицидной обработки гусеницы белянки и рапсового цветоеда выявлены не были, а численность гусениц капустной моли составила 0.2 экз/100 растений.

Мониторинг в середине второй декады августа на рапсе выявлено наличие гусениц стручкового комарика в количестве 2 экз/стручок. Численность остальных вредителей продолжила снижение. Количество бабочек белянки возросло с 5 до 11 экз., капустной моли с 7 до 17 экз., стручкового комарика со 188 до 49 экз., а имаго рапсового цветоеда наоборот уменьшилось с 12 до 9 экз/100 взмахов сачком.

При мониторинге в фазу “формирования семян” численность бабочек капустной белянки составляло 1.5 экз/100 взмахов сачком, а личинок стручкового комарика 2 экз/стручок. Численность остальных вредителей составляла 0 экземпляров, на обработанных площадях. На контроле численность вредителей составляла: белянка имаго

- 3 экз, имаго капустной моли - 17 экз., имаго цветоеда - 9 экз., гусеницы моли - 10 экз/100 растений, гусеницы цветоеда и стручкового комарика - 2 экз/бутона и стручок соответственно. На рисунке 5 представлены результаты мониторингов по насекомым-вредителям.

Посевы рапса также были поражены ромбовидным мотыльком *Plutella xylostella* (чешуекрылые: *Plutellidae*) - распространенное поливольгинное насекомое-вредитель сельскохозяйственных культур семейства *Brassicaceae*.

Ниже представлены показатели биологической эффективности применения разработанных схем защиты.

Обработка посевов рапса против гусениц лугового мотылька проводилась препаратами Флекс Эксперт, к.э. (0.06) и Каратэ Зеон, к.э. (0,2). Эффективность составила в первом случае 85% ($p \geq 0,001$), во втором 86,3% ($p \geq 0,001$). Показатели практически одинаковы, так как численность по учету на 7 день после обработки составила 3 шт/м² в обоих вариантах обработки.

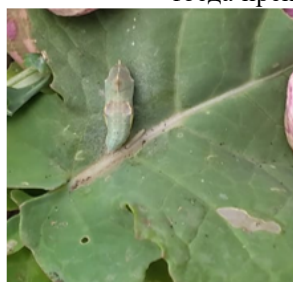
Инсектицидная обработка рапса против крестоцветных клопов показала 100% эффективность при обработке Флекс Эксперт, к.э. (0.06) и Каратэ Зеон, к.э. (0,2). Распространение на контрольном варианте было незначительным 3 экз/растение и не увеличивалось.

Инсектицидная обработка посевов рапса против крестоцветных блошек составила 100% при обработке Флекс Эксперт, к.э. (0.06) и Каратэ Зеон, к.э. (0,2). Распространение в контрольном варианте было на уровне 13–14 экз/метр.кв.

Посевы рапса обрабатывали против рапсового цветоеда препаратами Флекс Эксперт, к.э. + Грос Фосфито



Гусеницы белянки



Коконь белянки



Луговой мотылек

Рисунок 4. Результаты мониторинга распространения насекомых-вредителей на посевах рапса

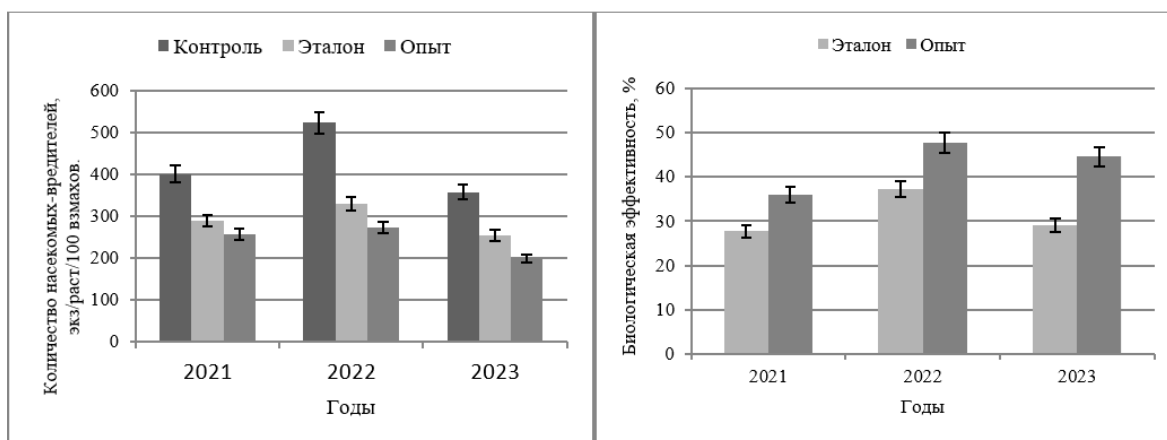


Рисунок 5. Количество насекомых-вредителей, экз/растений и биологическая эффективность в % (2021–2023 гг.)

Таблица 2. Хозяйственная эффективность применения пестицидов на рапсе

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	Хоз. эффективность, %
Контроль	1,2±0,05	-	-
Схема обработки №1	3,1±0,09	+1,9	61,3
Схема обработки №2 (эталон)	2,8±0,1	+1,6	57,1
Средняя ошибка опыта	0,08 ц/га	-	-
Относительная ошибка опыта	3,45%	-	-
Ошибка разниц	0,12 ц/га	-	-
НСР ₀₅	0,28 ц/га	-	-

LNPK (0,06 + 2.0) и Каратэ Зеон, к.э. (0,2), в обоих вариантах обработки биоэффективность составила 100%.

Обработка посевов рапса против гусениц капустной моли препаратами Флекс Эксперт, к.э. (0.06) и Каратэ Зеон, к.э. (0,2) составила 90 и 93,3%, соответственно. В контрольном варианте распространение было в пределах 2,8–3 экз/растение.

Инсектицидная обработка против гусениц капустной моли на посевах рапса применяли препараты Флекс Эксперт, к.э. (0.06) и Каратэ Зеон, к.э. (0,2). Биологическая эффективность при обработке Каратэ Зеон, к.э. (0,2) была выше на 8,3%, чем при схеме Флекс Эксперт, к.э. (0.06).

Обработка посевов рапса против гусениц капустной моли проводили препаратами Флекс Эксперт, к.э. + Грос Фосфито LNPK (0,06 + 2.0) и Каратэ Зеон, к.э. (0,2). При обработке биологизированной схемой биоэффективность составила 80%, при обработке препаратом Каратэ Зеон, к.э. (0,2) эффективность была на 5% ниже.

Против гусениц капустной белянки посевы рапса обрабатывали Флекс Эксперт, к.э. + Грос Фосфито LNPK (0,06 + 2.0) и Каратэ Зеон, к.э. (0,2), биоэффективность составила 70% в обоих случаях.

Согласно вышеуказанным данным применение биоло-

гизированных схем внесения пестицидов незначительно отличается по биологической эффективности во всех случаях обработки и на всех культурах.

На полях ННЦ ЗХ проводились опыты по комплексу защитных мероприятий на следующих культурах: пшеница, ячмень, рапс и лен. По всем исследуемым культурам была получена прибавка урожайности.

При использовании предлагаемой системы защиты на рапсе, в самом варианте и в эталоне были получены прибавки урожая на уровне + 1,9 ($p \leq 0,048$) и + 1,6 ($p \leq 0,023$) ц/га соответственно, что эквивалентно 61,3 % и 57,1% хозяйственной эффективности. Однако, схема обработки №1: - Витакс, в.с.к. + Зеребра Агро, в.р; - Виртуоз, в.д.г. + Терра 4%, к.э. + Зеребра Агро, в.р; - Заря, с.к. + Грос-Фосфито-LNPK- отмечена как наилучшая. Здесь показатель прибавки урожая был на 0,3 ц/га выше эталонного варианта.

Схема №3. Гербицидная обработка

По результатам первого гербологического мониторинга на поле рапс был засорен осотом розовым (*Cirsium arvense*) - 2 экз/метр.кв; щирицей запрокинутой (*Amaranthus retroflexus*) - 8 экз/метр.кв и марью белой (*Chenopodium album*) - 5 экз/метр.кв.

Таблица 3. Биологическая эффективность гербицидов на посевах рапса, 2022 г.

Вариант опыта	Виды сорняков	
	Двудольные	
	шт./м ²	гибель, %
Контроль		
1-й учет	30±8,3	-
2-й учет	31±6,1	-
3-й учет	33±4,5	-
Виртуоз, в.д.г. + Терра 4%, к.э. + Зеребра Агро, в.р. (0,12 + 1,0 + 0,15)		
1-й учет	25±7,2	10,7±0,9
2-й учет	20±9,0	28,6±1,2
3-й учет	19±10,4	32,1±1,7
Виртуоз, в.д.г. + Терра 4%, к.э. (0,16 + 1,5) – эталон		
1-й учет	26±6,9	10,3±1,1
2-й учет	21±7,3	27,6±1,4
3-й учет	17±4,8	41,4±0,7

В период 2 декады июня проводился фитосанитарный мониторинг, по фазе 2-4 листа у рапса на рапсе увеличилось количество мари белой с 5 до 18 экз/метр.кв, количество осота и щирицы не изменилось.

После проведения гербицидной обработки в первой декаде июля численность сорных растений на второе июля в посевах рапса улучшения состояние по засоренности посевов не наблюдалось. Ниже представлены показатели биологической эффективности применения разработанных схем защиты. На посевах рапса в условиях ТОО «НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева» в текущем 2022 году болезней обнаружено не было.

Из сорняков на поле присутствовали осот полевой, полынь австрийская, щирица запрокинутая, марь белая, просо куриное.

Из рассматриваемых систем защиты наилучшим образом сработал эталонный вариант «Виртуоз, в.д.г. + Терра

4%, к.э. (0,16 + 1,5)», где на 3 учет гибель сорняков составила 41,4% ($p \leq 0,05$), тогда как на варианте «Виртуоз, в.д.г. + Терра 4%, к.э. + Зеребра Агро, в.р. (0,12 + 1,0 + 0,15)» процент гибели сорняков на 3 учете составил 32,1% (таблица 3).

Как видно из данных таблицы 4, биологическая эффективность на варианте «Заря, с.к. + ГросФосфито-LNPK (0,1 + 2,0)» по сравнению с эталоном Лятрин, к.э. (0,15) обеспечили практически одинаковую эффективность (94,2 и 95,0% соответственно), но растения рапса на делянках с баковой смесью отличались выравненностью, здоровым цветом листьев, более рослыми.

Гусеницы капустной моли в качестве основного рациона питания используют молодые листья, бутоны и стручки крестоцветных культур, что зачастую приводит к невозможности формирования плодов и гибели урожая. Необходимо регулярно вести наблюдения за вредителем и своевременно реагировать применением соответствующей защиты.

Таблица 4. Биологическая эффективность инсектицидов против крестоцветных блошек на посевах рапса, 2022 г.

Вариант опыта, норма расхода препарата (л/га, кг/га)	Повторность	Численность блошек, экз./м2			Снижение численности, %			
		до обра- ботки	на день учета, после обработки					
			3	7	3	сред.	7	сред.
Заря, с.к. + ГросФосфито- LNPK (0,1 + 2,0)	1	8	1,8	0,5	77,5	77,5	93,7	94,2
	2	12	3,0	0,7	75,0		94,1	
	3	6	1,2	0,3	80,0		95,0	
Лятрин, к.э. (0,15) – эталон	1	7	1,5	0,3	78,5	78,5	95,7	95,0
	2	11	2,5	0,5	77,2		95,4	
	3	5	1,0	0,3	80,0		94,0	
Контроль (без обработки)	1	10	8	8	-	-	-	-
	2	6	6	12	-		-	
	3	8	10	12				

Таблица 5. Биологическая эффективность препаратов против гусениц капустной моли на посевах рапса, 2022 г.

Вариант опыта, норма расхода препарата (л/га, кг/га)	Повторность	Численность гусениц на 1 растение			Снижение численности, %			
		до обра- ботки	на день учета, после обработок					
			3	7	3	Сред.	7	Сред.
1 Заря, с.к. + ГросФосфито-LNPK (0,1 + 2,0)	1	9,5	2,4	1,5	74,7	75,7	84,2	83,8
	2	7,3	1,7	1,2	76,7		83,5	
	3	10,5	2,6	2,0	75,2			
2 Лятрин, к.э. (0,15) – эталон	1	9,0	2,0	1,3	77,7	79,0	85,5	84,8
	2	12,1	3,2	1,7	82,3		85,9	
	3	8,8	2,0	1,5	77,2		83,0	
Контроль (без обработки)	1	13,0	28,5	30,0	-	-	-	-
	2	10,3	19,8	26,3	-		-	
	3	9,2	17,0	22,3				

ших инсектицидов (таблица 4).

Обработка посевов в фазе массовой бутонизации препаратом Заря, с.к. совместно с комплексным удобрением ГросФосфито-LNPK в испытуемых нормах расхода, обеспечивала защиту культуры от повреждений вредителем в среднем на 83,8% на 7 сутки после обработки (таблица 5). Данная система защиты лишь немного уступал по эффективности эталонному препарату Лятрин, к.э. с нормой 0,15 л/га. В дальнейшем создавалась угроза повреждения посевов рапса последующими поколениями капустной моли в связи с массовым их размножением. Проведенные обработки позволили сдержать развитие вредителей и не дать им нанести существенный ущерб урожаю.

Биометрические показатели рапса

Важным показателем эффективности схем обработки являются конечные показатели урожайности культуры. Урожай по каждой схеме обработки был проведен структурный анализ. Данные представлены в таблице 6.

Согласно результатам исследования структурные показатели обработанного рапса достоверные отличия были выявлены в большинстве изученных показателей. Максимальные отличия наблюдаются в массе семян, массе стебля и общей урожайности как при обработке схемой №1 и №2 по сравнению с контролем. Обе представленные схемы обработки показали положительные результаты в сравнении необработанным вариантом. Урожайность на обработанных участках более чем на 200% больше, чем в контроле. Принимая во внимание экологизированность схем можно рекомендовать предложенные схемы для обработки посевов рапса для Северного региона на-

шей страны.

ОБСУЖДЕНИЕ

Обеспечение экологически устойчивого производства рапса, несмотря на растущую угрозу со стороны насекомых-хищников, является серьезной проблемой. Мало того, что рапс является мишенью примерно для 40 видов насекомых во всем мире, у этого вида до сих пор выявлена очень слабая устойчивость к насекомым-хищникам, и разработано мало эффективных методов борьбы [9]. Современные технологии требуют комплексного подхода ко всем технологическим процессам. С внедрением новых технологий производственная площадка становится все более сложным биоценозом, поскольку изменения в одном из ее элементов влияют на все остальные. Эффективность использования различных методов защиты растений зависит от текущего состояния почвы, погодных условий, популяции насекомых, обитающих на рассматриваемом поле, и многих других факторов. Защита представляет собой систему взаимосвязанных и взаимодополняющих организационных, агротехнических, химических и биологических мер [19-20].

Глобальные потери урожая и затраты на борьбу с *Plutella xylostella* оцениваются примерно в 4-5 миллиардов долларов в год. Гусеницы вредителя могут уничтожить всходы рапса, повредить листья, цветы, зеленый наружный слой стеблей и развивающиеся семена в стручках, тем самым значительно снижая урожайность. Вредитель имеет повышенную склонность к развитию устойчивости к инсектицидам из-за своей высокой репродуктивной способности. Стратегией эффективной борьбы с *P. xylostella*

Таблица 6. Структурный анализ урожайности рапса (НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева, Акмолинская область), 2022 год

Варианты опыта	Высота растень, см	Число растень на 1 м ² , штук	Количество стручков на растение	Масса семян с 1 стручка, г	Ко-во семян в стручке	Масса 1000 семян, г	Масса семян, г	Масса стебля, г	Урожайность, ц/га
Контроль - без обработки	110,5±2,4	111,25±3,1	10±1,1	0,12±0,07	9,25±0,05	1,175±0,02	12091±542,8	222,7±17,3	1,2±0,07
Схема обработки №1	113±2,8*	116,25±3,4**	13,25**	0,10±0,2	14±1,2**	1,44±0,86**	30906,0±1107,5***	240,75±9,2***	3,1±1,5***
Схема обработки №2 (эталон)	117,5±5,1**	114,75±7,3	12,75±2,7*	0,11±0,1	13,25±1,2**	1,455±0,43**	27949,9±984,7***	238,15±1206,3***	2,8±0,8***

Примечание: *p≤0,05, **p≤0,01, ***p≤0,001

на рапсе является своевременное обнаружение имаго вредителя. Использование ловушек с синтетическими половыми феромонами является одним из наименее трудоемких и наиболее современных инструментальных методов мониторинга и прогнозирования численности вредителей. Использование прерывания спаривания, во время которого феромоны выделяются в значительных количествах в воздухе полей, что приводит к эффекту дезориентации самцов – неспособности обнаружить самок и спариваться – эффективно уменьшит численность вредителей и сократит использование инсектицидов [21].

Изучение биологии растений и рассмотрение защитных механизмов является комплексной и включает в себя: отбор генетически устойчивых сортов; подготовка семенного материала; компьютеризированный мониторинг вредителей; применение биологической и химической защиты растений. Исследования показали, что затраты на комплексную защиту растений почти такие же, как и на химическую защиту. Однако комплексная защита обеспечивает более долгосрочный эффект, способствует увеличению выхода на 10-30%, повышает качественные характеристики продукции, снижает климатические риски и обладает ярко выраженным экологическим преимуществом.

Интегрированные системы против вышеперечисленных вредных организмов не могут быть постоянными, они должны все время совершенствоваться с учетом новых результатов исследований, накопленного опыта в применении более совершенных и эффективных препаратов, с учетом изменения адаптивных качеств у вредных организмов. Применение истребительных химических мероприятий должно осуществляться только в тех случаях, когда численность вредителей или степень повреждения растений выше экономического порога вредоносности

В XX веке наряду с увеличением использования ресурсов, возникли различные экологические проблемы, и сельскохозяйственная деятельность была определена как основной источник нескольких важных загрязнителей [22]. Неблагоприятное воздействие сельскохозяйственной деятельности на окружающую среду также угрожает устойчивости производства в экосистемах; Татлидил и др. (2009) выразили обеспокоенность по поводу экологических проблем, с которыми сталкивается сельское хозяйство, которое само по себе является частью природной среды [23]. Кроме того, Папизаде и Мир (2014) упомянули экологические проблемы в Иране, такие как повышение засоленности и щелочности почвы, распространение вредителей и болезней в результате чрезмерного использования химических веществ, что является обычной сельскохозяйственной практикой [24].

В настоящее время создание подходящей сельскохозяйственной системы является одной из наиболее важных стратегий сельскохозяйственных секторов многих стран, и устойчивая интенсификация влечет за собой повышение урожайности существующих сельскохозяйственных земель при одновременном снижении воздействия на окружающую среду [25].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно проведенным мероприятиям представленные

результаты фитосанитарного анализа по посевам рапса на зараженность заболеваниями, пораженность насекомыми-вредителями и засоренность показали, что применяемая схема пестицидной обработки может быть заменена представленной схемой биологизированной обработки при хозяйственной эффективности 61,3%, против 57,1% при обработке эталонными препаратами. Урожайность при экологизированной схеме обработки имела прибавку в 1,9 ц/га по сравнению с эталоном. В ходе работ по молекулярной идентификации были отработаны протоколы проведения ПЦР идентификации 4 видов грибковых заболеваний (*Mucor spp.*, *Fusarium graminearum*, *Trichoderma spp.*, *Aspergillum spp.*) с применением специфических праймеров. Таким образом, применение представленной схемы биологизированной защиты позволит постепенно осуществить переход к органическому сельскому хозяйству.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Данные исследования выполнены в рамках ПЦФ/BR10764960-OT-21 «Разработка и совершенствование интегрированных систем защиты плодовых, овощных, зерновых, кормовых, бобовых и карантина растений» МСХ РК».

ЛИТЕРАТУРА

1. Woźniak Ewa, Waszkowska Ewa, Żimny Tomasz, Sowa Sławomir, Twardowski Tomasz The Rapeseed Potential in Poland and Germany in the Context of Production, Legislation, and Intellectual Property Rights Frontiers in Plant Science Volume 10 - 2019 DOI=10.3389/fpls.2019.01423
2. Leading producing countries of rapeseed in 2024/2025 (in million metric tons)* <https://www.statista.com/statistics/263930/worldwide-production-of-rapeseed-by-country/>
3. Victor Idankpo Ameh, Olusola Olaitan Ayeleru, Philiswa Nosizo Nomngongo, Ishmael Matala Ramatsa, Bio-oil production from waste plant seeds biomass as pyrolytic lignocellulosic feedstock and its improvement for energy potential: A review, Waste Management Bulletin, Volume 2, Issue 2, 2024, Pages 32-48, <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2024.03.002>.
4. Qi Guo, Xiaofeng Yue, Xin Qi, Xinyao Feng, Xuefang Wang, Xiaofeng Hu, Fei Ma, Liangxiao Zhang, Peiwu Li, Li Yu, A study of the pesticide residues in rapeseeds in China: Levels, distribution and health risk assessment, Environmental Research, Volume 246, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118110>.
5. Badenes-Pérez, F.R. Benefits of Insect Pollination in Brassicaceae: A Meta-Analysis of Self-Compatible and Self-Incompatible Crop Species. Agriculture 2022, 12, 446. <https://doi.org/10.3390/agriculture12040446>
6. Kathy Overton, James L. Maino, Roger Day, Paul A. Umina, Bosibori Bett, Daniela Carnovale, Sunday Ekesi, Robert Meagher, Olivia L. Reynolds, Global crop impacts, yield losses and action thresholds for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*): A review, Crop Protection, Volume 145, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105641>
7. Kantor Camelia, Eisenback Jonathan D., Kantor

Mihail Biosecurity risks to human food supply associated with plant-parasitic nematodes *Frontiers in Plant Science* Volume 15 – 2024 DOI=10.3389/fpls.2024.1404335

8. Obermeier, C., Mason, A.S., Meiners, T. et al. Perspectives for integrated insect pest protection in oilseed rape breeding. *Theor Appl Genet* 135, 3917–3946 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00122-022-04074-3>

9. Zheng Xiaorong , Koopmann Birger , Ulber Bernd , von Tiedemann Andreas A Global Survey on Diseases and Pests in Oilseed Rape—Current Challenges and Innovative Strategies of Control *Frontiers in Agronomy* Volume 2 – 2020 DOI=10.3389/fagro.2020.590908

10. Van Deynze B, Swinton SM, Hennessy DA, Haddad NM, Ries L (2024) Insecticides, more than herbicides, land use, and climate, are associated with declines in butterfly species richness and abundance in the American Midwest. *PLOS ONE* 19(6): e0304319. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0304319>

11. Ola Lundin, Gerard Malsher, Carol Högfeltdt, Riccardo Bommarco, Pest management and yield in spring oilseed rape without neonicotinoid seed treatments, *Crop Protection*, Volume 137, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105261>

12. Skendžić, S.; Zovko, M.; Živković, I.P.; Lešić, V.; Lemić, D. The Impact of Climate Change on Agricultural Insect Pests. *Insects* 2021, 12, 440. <https://doi.org/10.3390/insects12050440>

13. Nicolas Cerrutti, Noémie Cadeddu, Julien Carpezat, Sylvie Clerget, Michael Geloën, Domitille Jamet, Céline Robert, Antoine Lauvernay and Stéphane Cadoux Reducing insecticide use in winter oilseed rape by in-field to landscape-scale agroecological pest management *Innovative Cropping Systems / Systèmes innovants de culture* Volume 31, 2024, p. 15 DOI: 10.1051/ocl/2024022

14. Shang, H.; He, D.; Li, B.; Chen, X.; Luo, K.; Li, G. Environmentally Friendly and Effective Alternative Approaches to Pest Management: Recent Advances and Challenges. *Agronomy* 2024, 14, 1807. <https://doi.org/10.3390/agronomy14081807>

15. Характеристика препарата Зеребра Arpo. [Электронный ресурс]. -URL: <https://astana-nan.kz/regulatory-rosta/zerebra> (дата обращения: 20.03.2023)

16. Характеристика препарата Гросфосфит. [Электронный ресурс]. -URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V21E0000162> (дата обращения: 04.04.2023).

17. Камбулин В. Е. Построение систем защитных мероприятий на основе динамики численности вредителей многолетних трав //Борьба с насекомыми–вредителями кормовых культур и пастбищных растений.–Алма-Ата. – 1987. – С. 118-130.

18. Antonov A. G., Kambulin V. E. Forecasting seasonal dynamics of the Asiatic migratory locust using the *Locusta migratoria migratoria*—*Phragmites australis* forecasting system //New Strategies in Locust Control. – Birkhäuser Basel, 1997. – С. 81-89.

19. Чумаков А.Е., Минкевич И.И., Власова Ю.И., Гаврилова Е.А. Основные методы фитопатологических исследований [Текст]: - М., 1974. – 188 с.

20. Белецкий Е.Н. Фитосанитарное прогнозирование на Украине: история, методология, пути совершенствования [Текст]/ Защ. и кар. раст. - 2015. 12. -С. 14–19.

21. Сагитов А.О., Джаймурзина А.А., Ыскак С., Султанова Н.Ж., Динасилов А.С., Бекежанова М.М., Мухамдиев Н.С., Сарсенбаева Г.Б., Фазылбеков Р.Р., Сагитов Р.К., Мендибаева Г.Ж., Болтаев М.Д., Копирова Г.И., Исенова Г.Д., Рвайдарова Г.О., Туйтебаева Г.Е. Рекомендации по инновационной технологии интегрированной защиты сельскохозяйственных культур (соя, кукуруза, ячмень и пшеница) от вредителей для Алматинской области. Алматы, 2020. 79 с.

22. Kolmer J. A., Lin M., Bai G. (2012). Genetics of leaf rust resistance in the winter wheat line CI13227. *Crop Sci.* 52, 2166–2172. 10.2135/cropsci2012.02.0136.

23. Tran, Trang T., «The Effect of Light Exposure on the Total Chlorophyll Content, Chl a/b Ratio, and Car/chl Ratio in the Barks of *Fraxinus latifolia* Seedlings» (2018). University Honors Theses. Paper 575. <https://doi.org/10.15760/honors.583>

24. Кононенко Н.В., Диловарова Т.А., Канавский Р.В., Лебедев С.В., Баранова Е.Н., Федореева Л.И. Оценка морфологических и биохимических параметров устойчивости различных генотипов пшеницы к хлоридному засолению // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2019. Т. 14. № 1. С. 18—39. doi: 10.22363/2312-797X2019-14-1-18-39.

25. Теоретические основы пищевой биотехнологии : лабораторные работы / О. В. Зюзина, О. Б. Шуняева, Е. И. Муратова, О. О. Иванов. — Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. — 48 с. — 100 экз

REFERENCES

1. Woźniak Ewa , Waszkowska Ewa , Zimny Tomasz , Sowa Sławomir , Twardowski Tomasz The Rapeseed Potential in Poland and Germany in the Context of Production, Legislation, and Intellectual Property Rights *Frontiers in Plant Science* Volume 10 - <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01423>

2. Leading producing countries of rapeseed in 2024/2025 (in million metric tons) <https://www.statista.com/statistics/263930/worldwide-production-of-rapeseed-by-country/>

3. Victor Idankpo Ameh, Olusola Olaitan Ayeleru, Philiswa Nosizo Nomngongo, Ishmael Matala Ramatsa, Bio-oil production from waste plant seeds biomass as pyrolytic lignocellulosic feedstock and its improvement for energy potential: A review, *Waste Management Bulletin*, Volume 2, Issue 2, 2024, Pages 32-48, <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2024.03.002>.

4. Qi Guo, Xiaofeng Yue, Xin Qi, Xinyao Feng, Xuefang Wang, Xiaofeng Hu, Fei Ma, Liangxiao Zhang, Peiwu Li, Li Yu, A study of the pesticide residues in rapeseeds in China: Levels, distribution and health risk assessment, *Environmental Research*, Volume 246, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118110>.

5. Badenes-Pérez, F.R. Benefits of Insect Pollination in Brassicaceae: A Meta-Analysis of Self-Compatible and Self-Incompatible Crop Species. *Agriculture* 2022, 12, 446.

<https://doi.org/10.3390/agriculture12040446>

6. Kathy Overton, James L. Maino, Roger Day, Paul A. Umina, Bosibori Bett, Daniela Carnovale, Sunday Ekesi, Robert Meagher, Olivia L. Reynolds, Global crop impacts, yield losses and action thresholds for fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*): A review, *Crop Protection*, Volume 145, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105641>
7. Kantor Camelia , Eisenback Jonathan D. , Kantor Mihail Biosecurity risks to human food supply associated with plant-parasitic nematodes *Frontiers in Plant Science* Volume 15 – 2024 DOI=10.3389/fpls.2024.1404335
8. Obermeier, C., Mason, A.S., Meiners, T. et al. Perspectives for integrated insect pest protection in oilseed rape breeding. *Theor Appl Genet* 135, 3917–3946 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00122-022-04074-3>
9. Zheng Xiaorong , Koopmann Birger , Ulber Bernd , von Tiedemann Andreas A Global Survey on Diseases and Pests in Oilseed Rape—Current Challenges and Innovative Strategies of Control *Frontiers in Agronomy* Volume 2 – 2020 DOI=10.3389/fagro.2020.590908
10. Van Deynze B, Swinton SM, Hennessy DA, Haddad NM, Ries L (2024) Insecticides, more than herbicides, land use, and climate, are associated with declines in butterfly species richness and abundance in the American Midwest. *PLOS ONE* 19(6): e0304319. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0304319>
11. Ola Lundin, Gerard Malsher, Carol Högfeltdt, Riccardo Bommarco, Pest management and yield in spring oilseed rape without neonicotinoid seed treatments, *Crop Protection*, Volume 137, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105261>
12. Skendžić, S.; Zovko, M.; Živković, I.P.; Lešić, V.; Lemić, D. The Impact of Climate Change on Agricultural Insect Pests. *Insects* 2021, 12, 440. <https://doi.org/10.3390/insects12050440>
13. Nicolas Cerrutti, Noémie Cadeddu, Julien Carpezat, Sylvie Clerget, Michael Geloën, Domitille Jamet, Céline Robert, Antoine Lauvernay and Stéphane Cadoux Reducing insecticide use in winter oilseed rape by in-field to landscape-scale agroecological pest management *Innovative Cropping Systems / Systèmes innovants de culture* Volume 31, 2024, p. 15 DOI: 10.1051/ocl/2024022
14. Shang, H.; He, D.; Li, B.; Chen, X.; Luo, K.; Li, G. Environmentally Friendly and Effective Alternative Approaches to Pest Management: Recent Advances and Challenges. *Agronomy* 2024, 14, 1807. <https://doi.org/10.3390/agronomy14081807>
15. *Characteristics of the preparation Zerebra Agro* [Electronic resource]. – URL: <https://astana-nan.kz/regulatory-rosta/zerebra> (accessed: 20.03.2023).
16. *Characteristics of the preparation Grosphosphite* [Electronic resource]. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V21E0000162> (accessed: 04.04.2023).
17. Kambulin V. E. *Development of protective measures systems based on the dynamics of pest populations of perennial grasses // Control of insect pests of forage crops and pasture plants*. – Alma-Ata, 1987. – P. 118–130.
18. Antonov A. G., Kambulin V. E. Forecasting seasonal dynamics of the Asiatic migratory locust using the *Locusta migratoria*—*Phragmites australis* forecasting system // *New Strategies in Locust Control*. – Birkhäuser Basel, 1997. – C. 81–89.
19. Chumakov A.E., Minkevich I.I., Vlasova Yu.I., Gavrilova E.A. *Basic Methods of Phytopathological Research* [Text]. – Moscow, 1974. – 188 p.
20. Beletsky E.N. *Phytosanitary Forecasting in Ukraine: History, Methodology, and Ways of Improvement* [Text] // *Plant Protection and Quarantine*. – 2015. – No. 12. – P. 14–19.
21. Sagitov A.O., Dzhaiburzina A.A., Yskak S., Sultanova N.Zh., Dinasilov A.S., Bekezhanova M.M., Mukhamadiev N.S., Sarsenbayeva G.B., Fazylbekov R.R., Sagitov R.K., Mendibayeva G.Zh., Boltaev M.D., Kopirova G.I., Ise-nova G.D., Rvaidarova G.O., Tuytebayeva G.E. *Recommendations on Innovative Technology for Integrated Protection of Agricultural Crops (Soybean, Corn, Barley, and Wheat) from Harmful Organisms for the Almaty Region*. – Almaty, 2020. – 79 p.
22. Kolmer J. A., Lin M., Bai G. (2012). Genetics of leaf rust resistance in the winter wheat line CI13227. *Crop Sci.* 52, 2166–2172. 10.2135/cropsci2012.02.0136.
23. Tran, Trang T., «The Effect of Light Exposure on the Total Chlorophyll Content, Chl a/b Ratio, and Car/chl Ratio in the Barks of *Fraxinus latifolia* Seedlings» (2018). University Honors Theses. Paper 575. <https://doi.org/10.15760/honors.583>
24. Kononenko N.V., Diloarova T.A., Kanavskiy R.V., Lebedev S.V., Baranova E.N., Fedoreeva L.I. *Assessment of Morphological and Biochemical Parameters of Resistance of Various Wheat Genotypes to Chloride Salinization // Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Agronomy and Animal Husbandry*. – 2019. – Vol. 14, No. 1. – P. 18–39. doi: 10.22363/2312-797X2019-14-1-18-39.
25. *Theoretical Foundations of Food Biotechnology: Laboratory Work* / O.V. Zyuzina, O.B. Shunyaeva, E.I. Muratova, O.O. Ivanov. — Tambov: Publishing House of Tambov State Technical University, 2006. — 48 p. — 100 copies.

ӨОК 57.022

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫ ЖАҒДАЙЫНДА РАПС ӨСІРУ ҮШІН БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚОРҒАУ ҚҰРАЛДАРЫН ПАЙДАЛАНУ

Мырзабаева М.Т.^{1*}, Конысбаева Д.Т.¹, Гаджимурадова А.М.¹, Байбусенов К.С.¹¹«С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ

*e-mail: m.myrzabayeva@kazatu.edu.kz

ТҮЙІН

Мақала Солтүстік Қазақстан жағдайында перспективалы дақылдардың бірін қорғау процестерін биологияландыруға арналған. Авторлар әлемдік нарықта рапс өндірушілер арасында әлеуетті мүмкіндіктерді ашты, көшбасшылар ЕО елдері болып табылады: 17,26(10,311 мың тонна); Қытай: 14(6981 мың тонна); Канада: 12,6(4275 мың тонна); Үндістан: 10,8(3880 мың тонна); Австралия: 6,35(410 мың тонна). Қазақстан жылына 16,4 млн. Тонна деңгейінде рапс өндірісін ұлғайтуды жоспарлап отыр. Зерттеулер аясында рапсты қорғау жүйелерін оптимизациялау жолдары қарастырылды. Мақалада пестицидтерді қолдануды азайтып, рапс дақылдарының өнімділігі мен күйіне әсерін бағалау нәтижелері келтірілген. Зерттеу нысаны «Майлы дән» сортының жаздық рапсы болды, зерттеулер А.И.Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығының полигонында және С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті базасында жүргізілді. Жалпы зиянды организмдерді бақылаудың экожүйелік аспектілерімен биологиялық әдістеріне баса назар аударылды. Бұл зерттеудің мақсаты рапс дақылдарын қорғаудың экологияландырылған схемасының био тыңайтқыштарды, қоршаған ортаға жүктемені азайту және өсімдіктердің иммундық реакциясын ынталандыру үшін өсу активаторларын қоса отырып, химиялық пестицидтерді пайдаланудың азайтылған мөлшерін пайдаланудағы әсерін зерттеу болып табылады. Өсімдік биологиясын зерттеу және қорғаныш механизмдерін қарастыру жан-жақты және келесі факторларды қамтиды: генетикалық төзімді сорттарды таңдау; тұқым материалын дайындау; зиянкестерді компьютерленген бақылау; өсімдіктердің биологиялық және химиялық қорғанысын қолдану. Зерттеулер өсімдіктерді кешенді қорғауға кететін шығындар химиялық қорғанышқа жұмсалатын шығынмен бірдей екенін көрсетті. Алайда, кешенді қорғаныс ұзақ мерзімді әсерді қамтамасыз етеді, өнімділікті 10-30% арттыруға ықпал етеді, өнімнің сапалық сипаттамаларын арттырады және нақты экологиялық артықшылыққа ие болады.

Кілт сөздер: рапс, экожүйе, биологиялық күрес, пестицидтер, органикалық егіншілік, көгалдандыру.

UDC 57.022

APPLICATION OF BIOLOGICAL PROTECTION PRODUCTS FOR RAPESEED CULTIVATION IN THE NORTH KAZAKHSTAN REGION

Myrzabaeva M.T.^{1*}, Konysbaeva D.T.¹, Gadzhimuradova A.M.¹, Baibusenov K.S.¹¹«NCJSC «S.Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University»

*e-mail: m.myrzabayeva@kazatu.edu.kz

ABSTRACT

The article is devoted to the biologization of the processes of protection of one of the promising crops in the conditions of Northern Kazakhstan. The authors revealed the potential opportunities among rapeseed producers in the global market, the leaders are the EU countries: 17.26 (10.311 thousand tons); China: 14 (6981 thousand tons); Canada: 12.6 (4275 thousand tons); India: 10.8 (3880 thousand tons); Australia: 6.35 (410 thousand tons). Kazakhstan, with a level of 16.4 million tons/year, also plans to increase rapeseed production. As part of the research, the ways of greening rapeseed protection schemes are considered. The article presents the results of the assessment of the impact of reducing the use of pesticides on the yield and condition of rapeseed crops. The object of the research was spring rapeseed of the «Maily Dan» variety, the research was carried out in the field and laboratory conditions at the site of the Scientific-production center for grain farming named after A. Barayev and NAO «S.Seifullin Kazakh agrotechnical research University». The focus was on ecosystem aspects and biological control methods for common pests. This study aims to investigate the effects of an ecologized rapeseed crop protection program that uses less chemical pesticides and incorporates growth activators and biofertilizers to lessen environmental stress and boost plant immunity. The selection of genetically resistant cultivars, seed material preparation, computerized pest monitoring, and the use of chemical and biological plant protection are all aspects of the extensive research of plant biology and defensive mechanisms. Integrated plant protection is nearly as expensive as chemical protection, according to studies. Comprehensive protection, on the other hand, has a noticeable environmental benefit, enhances product quality, lowers climatic risks, boosts yield by 10–30%, and has a longer-lasting effect.

Keyword: rapeseed, ecosystem, biological control, pesticides, organic farming, greening.