

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ЯРОВОГО РАПСА ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ И БОЛЕЗНЕЙ В УСЛОВИЯХ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

(Рекомендации)



**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ЗАЩИТЫ ЯРОВОГО РАПСА
ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ И БОЛЕЗНЕЙ
В УСЛОВИЯХ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ
(Рекомендации)**

Тюмень 2021

УДК 632.98:633.853

И 66

Авторы-составители:

А.И. Старых, кандидат сельскохозяйственных наук;

П.Е. Ходаков, кандидат биологических наук;

С.В. Шерстобитов, кандидат сельскохозяйственных наук

И-66 **Инновационные технологии защиты ярового рапса от вредителей и болезней в условиях Тюменской области: рекомендации / авт.-сост. А.И. Старых, П.Е. Ходаков, С.В. Шерстобитов. – Тюмень, 2021. – 88 с.; 13 рис.; 15 табл.**

ISBN 978-5-98346-088-1

Изложены результаты исследований ученых ГАУ Северного Зауралья по разработке современных методов выращивания ярового рапса, агротехники, минерального питания и некоторых методов защиты от вредителей и болезней, в том числе от наиболее опасного вредителя – капустной моли в условиях Тюменской области. Представлены перспективные технологии учета вредителя, применения микробиологических препаратов и высокопроизводительной техники для защиты растений.

Предназначены для специалистов сельскохозяйственного производства, руководителей хозяйств, слушателей курсов повышения квалификации, студентов и преподавателей средних и высших учебных заведений.

Рассмотрены и одобрены Ученым советом Агротехнологического института ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья» (протокола №2 от 21 октября 2021 г.).

Рецензенты:

А.М. Субботин, кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела биоресурсов ТюмНЦ СО РАН;

А.В. Реуткина, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко»

© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2021

© А.И. Старых, П.Е. Ходаков, С.В. Шерстобитов, сост., 2021

Введение

Яровой рапс является сельскохозяйственной культурой универсального назначения с широким спектром применения. В первую очередь из его семян получают ценное пищевое растительное масло, которое содержит в своем составе большое количество полезных моно- и полиненасыщенных жирных кислот (олеиновая, линолевая, линоленовая), витамины А, В, Е, D, К, минеральные вещества (магний, кальций, фосфор, медь, цинк и др.), а также каротиноиды, токоферолы, эстрадиол. По своим характеристикам рапсовое масло приближается к оливковому, за что рапс получил название «северная олива». В чистом виде его используют для приготовления салатов, холодных закусок, маринадов, а также применяют при производстве майонезов, маргарина, кондитерских изделий, детского питания и т.д. Тюменские учёные разработали с использованием рапсового лецитина, ламинарии и экстракта шиповника специальную поливитаминную пищевую добавку для жителей северных регионов страны, испытывающих дефицит витаминов, йода, минеральных веществ и полезных жирных кислот.

Яровой рапс является и важной кормовой культурой. По концентрации обменной энергии он в 1,7-2,0 раза превосходит злаковые культуры и 1,3-1,5 раза – бобовые. Жмых и шрот, получаемые после извлечения из семян рапса масла, содержат до 40-45 % высококачественного кормового белка, богатого лизинном, метионином, триптофаном и другими незаменимыми аминокислотами. Остаточное количество рапсового масла, содержащееся в жмыхе, значительно повышает жирность молока. Яровой рапс также можно выращивать для получения зеленой массы, силоса, сенажа, травяной муки, гранул и т.д. Учитывая его способность интенсивно отрастать после скашивания или стравливания сельскохозяйственным животным, его рекомендуют использовать для выпаса скота, а также для организации зеленого конвейера.

Помимо пищевого и кормового использования рапс и продукты его переработки применяют во многих отраслях промыш-

ленности: лакокрасочной, мыловаренной, косметической, химической, технической, металлургической, полиграфической и других.

Яровой рапс считается хорошим предшественником для многих сельскохозяйственных культур – зерновых, кормовых, технических. Он улучшает водно-физические свойства почвы, обогащает её органическим веществом, снижает засоренность посевов, улучшает фитосанитарное состояние полей, способствует предотвращению водной и ветровой эрозии, является хорошим фитомелиорантом и имеет важное экологическое значение для агробиоценозов.

С учетом всех положительных качеств и свойств яровой рапс является перспективной культурой больших потенциальных возможностей. Однако реализации такого высокого потенциала мешает ряд нерешенных проблем, которые обусловлены его специфическими биологическими особенностями, необходимостью строгого и своевременного соблюдения выполнения всех элементов технологии возделывания, влиянием биотических и абиотических факторов окружающей среды.

В Тюменской области в последние годы, к сожалению, отмечается тенденция к снижению посевных площадей, занятых яровым рапсом (рис. 1).

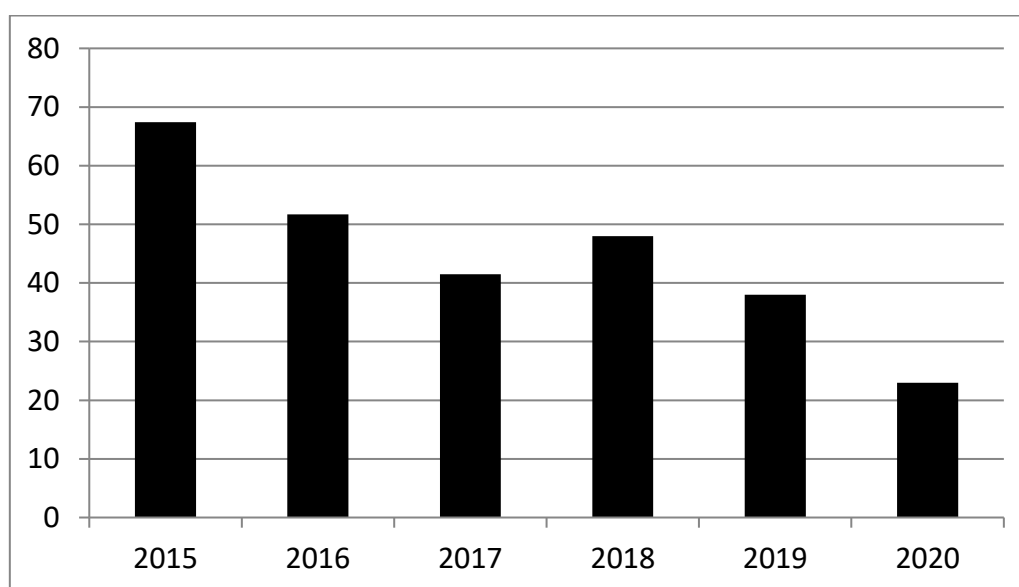


Рис. 1. Посевы ярового рапса в Тюменской области (тыс. га)

Так, если в 2012 году было посеяно 71,4 тыс. га, в 2015 – 67,1 тыс. га, в 2018 – 48,8 тыс. га, то в 2019 – 35,2 тыс. га, а в 2020 – всего 20,3 тыс. га. В 2021 году планировалось посеять около 22 тыс. га рапса, однако экстремальные погодные условия (высокие температуры воздуха, недостаток влаги в почве и практически полное отсутствие осадков) в первой половине вегетации внесли коррективы в эти планы и, очевидно, площади, занятые яровым рапсом, ещё больше сократятся.

Основными причинами отказа местных сельхозпроизводителей сеять рапс, помимо влияния почвенно-климатического фактора и зависимости от погодных условий, являются его высокие требования к минеральному питанию, необходимость более качественной и своевременной подготовки почвы, строгое соблюдение всех элементов агротехники, а также очень сильное, особенно в последние годы, поражение посевов насекомыми-вредителями, особенно капустной молью, что требует необходимости правильного подбора и применения инсектицидных препаратов, внедрения в производство новых устойчивых сортов и более ответственного отношения к фитосанитарному состоянию посевов. Все это, в свою очередь, приводит к увеличению экономических и технических затрат на возделывание ярового рапса.

СОРТА И ГИБРИДЫ ЯРОВОГО РАПСА ДЛЯ УСЛОВИЙ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Правильный подбор сортов и гибридов ярового рапса, возделываемых в хозяйстве, в том числе устойчивых к патогенам и вредителям, является важной составляющей технологии выращивания ярового рапса на семена.

По продолжительности вегетационного периода сорта и гибриды ярового рапса делятся на раннеспелые, среднеранние, среднеспелые, среднепоздние и позднеспелые. Для условий Тюменской области рекомендуется использовать только ранне- и среднеспелые сорта, так как природно-климатические условия региона характеризуются короткой продолжительностью безморозного периода, относительно низкой суммой активных и эффективных температур, поздними весенними и ранними осенними заморозками, а также частыми раннелетними засухами. При таких условиях позднеспелые сорта и гибриды зачастую не успевают полностью вызреть либо дают семена более низкого качества. По данным исследований, проведенных в ГАУ Северного Зауралья, в условиях Тюменской области наблюдается прямая корреляционная зависимость между урожайностью семян и продолжительностью вегетационного периода выращиваемого сорта, то есть более скороспелые сорта чаще всего имеют более низкую урожайность семян, чем позднеспелые и наоборот.

В связи с тем, что яровой рапс является культурой достаточно требовательной к условиям выращивания и воздействию различных неблагоприятных факторов окружающей среды, с целью максимального снижения влияния негативных воздействий даже в пределах одного хозяйства рекомендуется высевать несколько сортов и гибридов ярового рапса разного срока созревания в разные сроки. В таком случае есть вероятность, что при возникновении неблагоприятных факторов погодных условий (засуха, заморозки, высокая температура воздуха, переувлажнение почвы и т.д.) хотя бы один сорт будет нормально расти и развиваться и даст хороший урожай семян высокого качества.

По состоянию на 2021 год в Госреестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию на территории Российской Федерации, всего внесено 147 сортов

и гибридов ярового рапса, из них 68, или 46 % являются отечественными. Все они относятся к сортам 00-типа, то есть безэруковым и низкоглюкозинолатным. Зарубежные производители семян, в основном немецкие и американские, предлагают в России чаще всего гибриды F1. Иностранные гибриды обладают целым рядом преимуществ. Они высокоурожайны, имеют хорошо развитые, выровненные растения, дают семена хорошего качества, но чаще всего они более поздние по сроку созревания и в условиях Тюменской области зачастую затягивают вегетацию, менее устойчивы к поражению местными болезнями и вредителями, требуют более высокого уровня минерального питания, необходимости ежегодного приобретения дорогого посевного материала, нуждаются в самом строгом соблюдении технологии возделывания, что, соответственно, требует больших затрат при их выращивании.

Для получения высоких и стабильных урожаев семян ярового рапса необходимо, во-первых, высевать только сорта и гибриды, допущенные к использованию по конкретной зоне выращивания, и, во-вторых, учитывать уровень материально-технического оснащения хозяйства. В сельскохозяйственных предприятиях с высоким уровнем материальной базы и технологической оснащенности можно выращивать иностранные сорта и гибриды интенсивного типа. В ординарных хозяйствах и хозяйствах экстенсивного типа рекомендуется возделывать более экопластичные, зачастую менее урожайные, но более устойчивые к местным неблагоприятным факторам окружающей среды, отечественные сорта.

По 10-му западносибирскому региону, к которому относится Тюменская область, в 2021 году допущено к использованию 64 сорта и гибрида ярового рапса, из них 2 сорта (Юбилейный и Радикал) районировано по всем зонам области. Все они относятся к группе раннеспелых и среднеспелых сортов. При этом следует отметить, что в большинстве своем импортные сорта и гибриды имеют более длинную (на 5-7 суток) продолжительность вегетационного периода, чем аналогичные отечественные сорта.

В 1999-2020 гг. в ГАУ Северного Зауралья изучалось большое количество (более 100) сортообразцов ярового рапса различ-

ного эколого-географического происхождения разных групп спелости и назначения (пищевое, кормовое, техническое и т.д.), полученных из коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова, научных учреждений, оригинаторов и компаний-производителей семян.

Основным критерием оценки сортов и гибридов ярового рапса является их урожайность. Самый высокий за годы исследований урожай семян был получен в коллекционном питомнике у селекционной линии ЛК-741-97, выведенной во ВНИИ рапса – 5,18 т/га. Также в этом же году высокой урожайностью отличились сорта Новик (Россия) – 4,58 т/га и Lisonne (Германия) – 4,53 т/га. Самая высокая средняя урожайность семян за 5 лет исследований была получена у сортообразцов: ЛК-741-97, Новик, Ордеж-5, 55-й регион, Юбилейный, Факел, Авангард, Фрегат, Антарес, Сириус (все Россия), Мар-29 (Украина), Lisonne (Германия), Tritor и гибрида Джексон F1 (Швеция). Максимальная средняя урожайность за 5 лет была получена в питомнике экологического сортоиспытания у сорта Фрегат (Россия, ВНИИ рапса) – 2,28 т/га.

Помимо высокой потенциальной семенной продуктивности, важным параметром оценки сортов ярового рапса является их высокая экологическая пластичность и устойчивость к различным неблагоприятным факторам окружающей среды, в том числе к болезням и вредителям, засухе, высоким температурам воздуха, заморозкам и т.д.

Создание и внедрение в производство сортов и гибридов ярового рапса, устойчивых к поражению болезнями и вредителями, является трудным, но экономически выгодным и экологически безопасным путем решения этой проблемы. Однако этот путь связан с рядом нерешенных проблем, обусловленных, в первую очередь, с наличием ограниченного генофонда исходного материала, используемого в селекции рапса.

Известно, что естественным барьером, сдерживающим развитие болезней и поражение вредителями ярового рапса, изначально являлось высокое содержание в его семенах эруковой кислоты и глюкозинолатов. Однако с появлением сортов 00-типа (безэруковых) и сильным расширением площадей, занятых яровым рапсом, данная проблема стала актуальной во всём мире.

Вопрос поражения посевов болезнями на данный момент не так актуален для Тюменской области относительно Европейской части России и особенно её южных регионов. Однако в последние годы в связи с изменениями климата, различным проявлением неблагоприятных погодных условий, появлением новых рас возбудителей, несоблюдением севооборотов и нарушением технологии возделывания, а также использованием для посева некачественного посевного материала степень распространения болезней на рапсе существенно возрастает. Этот факт требует подбора более устойчивых к местным расам основных возбудителей болезней сортов, улучшения фитосанитарного состояния полей или, в особых случаях, применения на посевах фунгицидов.

В настоящее время в Тюменской области наиболее часто на посевах рапса отмечаются следующие болезни: альтернариоз, пероноспороз, мучнистая роса, черная ножка, фузариоз и фомоз. Все они в основном не являются экономически значимыми, но в некоторые годы в отдельных хозяйствах при несоблюдении профилактических и истребительных мер могут представлять определенную опасность. В исследованиях, проведенных в ГАУ Северного Зауралья, наиболее устойчивыми к основным болезням оказались сортообразцы Факел, Оредеж-5, Авангард, Форвард, селекционная линия ЛК-741-97 (Россия), а также Lisonne (Германия) и Fidelio (Франция).

Как отмечалось выше, абсолютно генетически устойчивых к болезням сортов рапса нет, но существуют сорта, имеющие различные физиологические, морфологические, оксидативные и иные особенности, позволяющие противостоять вредителям.

В Тюменской области наиболее вредоносными насекомыми-вредителями являются крестоцветные блошки, рапсовый цветоед и особенно капустная моль. Следует отметить, что впервые в Тюменской области в массовом количестве капустная моль появилась лишь в 2014-2015 гг., ранее во многих источниках литературы она даже не фигурировала в качестве экономически значимых вредителей или вовсе отсутствовала. На полях ГАУ Северного Зауралья капустная моль впервые была обнаружена в 2017 году в виде незначительных очаговых поражений, однако уже в 2018 году было отмечено массовое, максимальное за все

годы исследований повреждение посевов, что говорит, во-первых, об её большой вредоносности и адаптивной способности, а во-вторых, о необходимости разработки срочных дополнительных мер по защите посевов.

В исследованиях ГАУ Северного Зауралья наибольшую комплексную устойчивость к вредителям показали сортообразцы Фрегат, Факел, Антарес, Сириус, Сибирский, селекционная линия ЛК-741-97 (Россия), Хайлайт и Lisonne (Германия), Golden (Канада). К поражению конкретно капустной молью наиболее устойчивыми оказались сорта Фрегат, Факел, Флагман, Сибирский, Антарес, Сириус, селекционная линия ЛК-741-97 (Россия), Хайлайт и Lisonne (Германия), Fidelio (Франция).

В целом, по комплексу агробиологических и хозяйственно-ценных признаков и свойств для условий Тюменской области можно рекомендовать следующие, допущенные к использованию по 10-й зоне сорта и гибриды: Фрегат, Авангард, Антарес, Сириус, Оредеж-5, 55-й регион (Россия), Абилити, Герос, Билдер F1 и Миракль F1 (Германия).

Технология возделывания ярового рапса в Тюменской области

При планировании возделывания ярового рапса на семена в первую очередь необходимо учитывать его агробиологические особенности: мелкосемянность, светолюбивость, медленное развитие на начальных фазах роста, высокие предъявляемые требования к влагообеспеченности и потреблению питательных элементов, неравномерность созревания и, как следствие, осыпаемость семян при перестое на корню, а также высокую степень поражаемости посевов вредителями.

При разработке системы агротехнических мероприятий по выращиванию ярового рапса в самом начале необходимо выстроить в хозяйстве грамотную, научно-обоснованную систему севооборотов. Учитывая описанные выше особенности рапса, его следует размещать на максимально чистых от сорной растительности, хорошо обеспеченных влагой и питательными веществами, выравненных полях. Исходя из этого очевидно, что лучшим предшественником для рапса будет чистый пар. Однако, к

сожалению, в большинстве хозяйств в последние годы пары не применяют и стараются все свободные земли занять различными культурами, в первую очередь – зерновыми. Хорошими предшественниками для рапса являются: занятый пар, горох, озимая рожь, а также кукуруза и оборот пласта многолетних трав. Однако следует отметить, что при размещении после кукурузы и многолетних трав оставшиеся после уборки и заделки растительные остатки могут привести к изреженности всходов рапса.

Для условий Тюменской области можно рекомендовать следующие виды севооборотов с яровым рапсом.

Таблица 1

Рекомендуемые севообороты при выращивании ярового рапса

I	II	III	IV
Чистый пар	Чистый пар	Горох	Горох
Яровой рапс	Озимая рожь	Яровой рапс	Яровой рапс
Яровая пшеница	Яровой рапс	Яровая пшеница	Кукуруза
Кукуруза	Горох	Лён	Яровая пшеница
Ячмень	Яровая пшеница		Ячмень

Во избежание накопления болезней и распространения вредителей в посевах рапса на прежнее место его можно возвращать не ранее, чем через 4-5 лет. Также по этой причине необходимо соблюдать условие, чтобы посевы рапса текущего года не граничили с посевами предыдущих лет.

Яровой рапс относится к высокотребовательным к минеральному питанию культурам. На формирование 1 центнера семян ему требуется 5,0-6,5 кг азота, 2,4-3,5 кг фосфора и 4,5-6,0 кг калия, поэтому для нормального роста и развития, а также формирования хорошего урожая семян под него необходимо вносить достаточно высокие дозы минеральных удобрений, рассчитанные с учётом планируемого урожая и содержания питательных веществ в почве.

В результате проведенных в ГАУ Северного Зауралья исследований было установлено, что оптимальной, экономически

обоснованной нормой минеральных удобрений при возделывании ярового рапса на семена в условиях северной лесостепи Тюменской области является $N_{60}P_{60}K_{60}$. Она обеспечивает формирование до 2 т/га качественных семян с высоким содержанием жира и белка. Однако в последние годы с учётом высокого содержания калия в большинстве типов почв региона для основного количества ординарных хозяйств рекомендуется норма $N_{40}P_{60}$, для хозяйств интенсивного типа – $N_{60}P_{80}$.

Следует отметить, что для нормального роста и развития растений яровой рапс больше, чем другие культуры, помимо основных макроэлементов, нуждается также в сере и кальции, а также в микроэлементах – магнии, боре, молибдене, марганце, меди и цинке. По этой причине для формирования высокого урожая качественных, полноценных, выполненных семян под яровой рапс необходимо вносить не менее 20 кг в действующем веществе серных удобрений, регулярно проводить известкование почв, а также осуществлять подкормку посевов микроудобрениями.

Фосфорные и калийные удобрения желательно вносить осенью, под зяблевую вспашку, азотные – весной, под предпосевную культивацию путем разбрасывания, врезания или при использовании комбинированных посевных комплексов непосредственно при посеве. Неплохой эффект дает и применение азотных удобрений, в частности жидкой карбамид-аммиачной смеси с добавкой микроэлементов в период вегетации путем опрыскивания.

Система подготовки почвы для посева ярового рапса должна быть направлена на накопление и сохранение влаги и питательных веществ в почве, уничтожение сорной растительности, вредителей, возбудителей болезней, создание мелкокомковатой структуры почвы, выровненности поверхности поля, что обеспечит появление дружных и равномерных всходов, хороший рост и развитие растений и будет способствовать формированию высокого урожая качественных, выполненных семян. Подготовка почвы под яровой рапс должна производиться дифференцированно, с учетом почвенно-климатических и погодных условий, предшественника, степени засоренности поля, экономических и технологических возможностей хозяйства.

По мнению большинства исследователей, лучшим способом основной обработки почвы под яровой рапс является отвальная вспашка плугами с предплужниками типа ПН-4-35М, ПН-8-35У на глубину 20-22 см. При размещении рапса после кукурузы, зерновых культур, однолетних трав с целью накопления органического вещества, а также измельчения и заделки растительных остатков в почву перед вспашкой проводят лушение почвы лущильниками типа ЛДГ-5 на глубину 6-8 см. На недостаточно увлажненных солонцовых почвах в засушливые годы применяется безотвальная обработка почвы плугами с установленными стойками СиБИМЭ на глубину 28-30 см.

При необходимости выравнивания поверхности поля после вспашки проводится обработка выравнивателями типа ВП-5,6, шлейф-боронами ШБ-2,5 или игольчатыми боронами БИГ-3.

Зимой с целью накопления влаги в почве проводят снегозадержание, используя снегопахи-валкователи СВУ-2,6, СВШ-7. Валки снега располагают параллельно друг другу поперек склона или направления господствующих в зимнее время ветров.

Весенняя обработка почвы включает в себя ранневесеннее боронование средними зубовыми боронами БЗСС-1,0 в два следа поперёк или по диагонали к направлению вспашки, предпосевную культивацию непосредственно перед посевом культиваторами типа КШУ-8, КПС-4 на глубину 4-5 см в комплексе с боронованием и обязательным послепосевным прикатыванием кольчато-шпоровыми катками ЗККШ-6А (в засушливые годы – водоналивными катками КВНП-6, КЗК-6-02) в два следа. Под предпосевную культивацию вносят минеральные удобрения путем врезания или разбрасывания и при необходимости применяют почвенные гербициды. При этом необходимо обеспечить качественное и неразрывное по времени проведение предпосевной культивации, посева и послепосевного прикатывания с целью максимального сохранения влаги в почве, формирования семенного ложа, выравнивания поверхности поля, создания мелкокомковатой структуры почвы, равномерного распределения удобрений в почве, стабильности глубины посева семян, что позволит получить ранние, дружные и равномерные всходы. С этой же целью рекомендуется проводить предпосевную подготовку почвы комбинированными почвообрабатывающими агрегатами типа

РВУ-6, РВН-3,6, АКМ-6,3, Лидер и др., которые за один проход выполняют сразу несколько операций – культивацию, боронование, выравнивание, формирование ложа семян и прикатывание. Современные посевные комплексы типа Amazone Citan 12000, John Deere 730, Кузбасс ПК-9,7 и др. позволяют за один проход производить внесение удобрений, протравливание и посев семян.

Важным моментом при возделывании ярового рапса является выбор оптимального срока посева. Здесь мнения различных сибирских и уральских исследователей разнятся. Большинство учёных считает, что максимальный урожай семян обеспечивает ранний срок посева одновременно с ранними яровыми культурами. Красноярские, омские и курганские исследователи оптимальным считают средний срок посева (15-20 мая), однако некоторые из них полагают, что лучшим сроком посева рапса на семена является конец мая – начало июня.

Исследованиями, проведенными в ГАУ Северного Зауралья, было установлено, что оптимальный для северной лесостепи Тюменской области срок посева ранний и среднеранний (10-20 мая) с учетом погодных условий и состояния поля. К посеву рапса следует приступать, когда почва на глубине заделки семян прогреется до $+7...+9^{\circ}\text{C}$. При более раннем сроке посева (при температуре почвы $+5...+6^{\circ}\text{C}$) и при более позднем (когда температура почвы повышается до $+12...+15^{\circ}\text{C}$) снижается полевая всхожесть семян, и растения хуже растут и развиваются, следовательно, посев рапса нужно проводить, когда почва уже достаточно прогрелась, в ней содержится оптимальное количество влаги, и при этом при проведении предпосевной культивации уничтожается максимальное количество проростков сорняков.

Традиционно рапс сеют сплошным рядовым способом с междурядьями 15 см. Такой посев обеспечивает появление дружных, равномерных всходов, оптимальный рост и развитие растений, способствует формированию хорошего урожая, ускоряет созревание семян.

Важным фактором, влияющим на рост и развитие растений рапса, засоренность посевов, поражение их болезнями и вредителями и как следствие будущий урожай семян, является и норма высева.

Ранее для условий Сибири и Урала рекомендовалась норма высева ярового рапса 3,0 млн. всхожих семян на 1 га, однако в настоящее время она уже не является актуальной. У современных сортов изменилась архитектура растений (длина стебля, тип ветвления, количество продуктивных ветвей, число стручков на растении и т.д.), что повлияло на уменьшение нормы высева семян. Сейчас зарубежные компании-производители семян ярового рапса рекомендуют для своих сортов норму высева 1,2-1,5 млн., для гибридов – 0,8-1,2 млн. всхожих семян на 1 га, или в среднем 2,5-4,0 и 4,0-5,0 кг/га. Для отечественных сортов рекомендуют норму 1,5-2,5 млн. всхожих семян, или 5,0-8,0 кг на 1 га.

В наших исследованиях установлено, что для условий северной лесостепи Тюменской области для российских сортов оптимальная норма высева составляет 2,0-2,5 млн. всхожих семян (6,5-8,0 кг) на 1 га. При благоприятных погодных условиях, достаточном количестве влаги в пахотном слое и хорошо подготовленной почве данную норму можно несколько снизить (до 1,8-2,0 млн. всхожих семян на 1 га), а при засушливой весне, недостатке влаги, высокой засоренности полей её следует увеличить до 2,5-2,7 млн. всхожих семян на 1 га.

При посеве рапса в связи с его мелкосемянностью важно обеспечить оптимальную глубину и равномерность заделки семян. Они должны лечь во влажную почву на хорошо подготовленное, уплотнённое ложе. На средних по механическому составу почвах при их достаточном увлажнении оптимальной глубиной заделки семян рапса является величина 2,0-3,0 см, на легких – 3,0-4,0 см, на тяжелых – 1,5-2,5 см. При недостаточном увлажнении верхнего слоя почвы глубину заделки семян можно увеличить до 3,5-4,5 см, но не более 5,0 см, так как при этом резко снижается полевая всхожесть.

Для защиты посевов рапса от повреждения крестоцветными блошками, развития корневых гнилей, чёрной ножки и других болезней на начальных этапах развития семени непосредственно

перед посевом рекомендуется обрабатывать комплексными комбинированными инсекто-фунгицидными протравителями (Круйзер Рапс, Селест Топ, Модесто Плюс и др.).

Как уже отмечалось выше, в условиях Северного Зауралья обязательным элементом технологии возделывания ярового рапса является послепосевное прикатывание. Оно проводится с целью обеспечения более плотного контакта семян с почвой, дополнительного крошения крупных комочков земли и выравнивания поверхности поля, что обеспечит появление ранних, равномерных, дружных, крепких всходов рапса.

Основным уходом за посевами ярового рапса в течение вегетационного периода является обеспечение их оптимального агробиологического и фитосанитарного состояния, которое состоит из борьбы с сорной растительностью, болезнями и вредителями, а также создания благоприятных условий для роста и развития растений. Он включает в себя как ряд агротехнических мероприятий, таких как уничтожение очагов сорной растительности вокруг полей, являющихся резерваторами размножения вредителей; подкормки растений минеральными удобрениями и микроэлементами; применение регуляторов роста, так и комплекс обработок посевов пестицидами.

В первые 20-30 дней вегетации яровой рапс медленно растет и развивается, и его всходы особо чувствительны к засорению поля сорной растительностью, которая не только угнетает рост и развитие культуры, затеняя и потребляя из почвы питательные вещества, но и способствует распространению в посевах болезней и вредителей, а в дальнейшем затрудняет уборку, очистку и сортировку урожая. По этой причине борьба с сорняками в посевах рапса является залогом создания благоприятных условий для хорошего роста и развития растений и, как следствие, получения высоких урожаев качественных семян.

В фазу 3-4 настоящих листьев рапса с целью уничтожения проростков одно- и двудольных сорных растений возможно проведение боронования посевов легкими зубowymi (типа БЗЛ-0,7; ЗБП-0,6 и др.) или сетчатыми (БСН-4; БСО-4) боронами. Его проводят поперек рядков во второй половине дня, когда растения рапса слегка потеряли тургор и поэтому меньше повреждаются.

При этом уничтожается до 50-70 % всходов сорняков, тогда как культурных растений выпадает не более 3-5 %.

Тем не менее, всё же основным способом борьбы с сорняками является использование гербицидов. Для уничтожения однолетних и многолетних однодольных сорняков используют различные препараты (Фюзилад Форте, Зеллек Супер, Пантера, Форвард, Селект, Гурон, Фуроре Супер и др.) в сроки и в нормах, рекомендованных производителем. Для борьбы с двудольными одно- и многолетними сорными растениями применяют препараты Галера Супер, Лонтрел Гранд, Актеон, Эльф, Сальса, Галион, Лорнет и другие. Для борьбы с овсюгом на посевах рапса используют гербициды Фуроре Ультра и Фенова Экстра. На полях, сильно засоренных многолетними злаковыми (пырей) и двудольными (осот, бодяк и др.), осенью, через 10-20 дней после уборки или в паровом поле при отрастании сорняков применяют гербициды сплошного действия на основе глифосата (Ураган Форте, Раундап Экстра, Глифос и др.). Весной, если позволяют сроки и погодные условия, против однолетних злаковых и двудольных сорняков до посева или до появления всходов культуры (в зависимости от типа препарата) проводят обработку почвенными гербицидами Дуал Голд, Бутизан Стар, Клоцет, Нитрон, Трефлан, Спрут Экстра и др. При этом препараты Трефлан и Нитран на основе трифлурамина вносят под предпосевную культивацию и требуют немедленной заделки в почву, так как они очень летучи.

Одной из основных проблем при возделывании рапса в Тюменской области, особенно в последние годы, является массовое поражение его посевов насекомыми-вредителями, наиболее вредоносными из них являются крестоцветные блошки, рапсовый цветоед и особенно – капустная моль.

Крестоцветные блошки в жаркую, сухую погоду при отсутствии защитных мероприятий в короткий срок могут полностью уничтожить всходы рапса. Особенно опасны они при ранних сроках посева, когда у них еще нет полноценной естественной кормовой базы, так как сорняки еще не выросли. Эффективным приёмом, надёжно защищающим всходы рапса от повреждения крестоцветными блошками, является предпосевное протравливание

семян инсектицидными препаратами типа Круйзер, Табу, Модесто, Клотиамед и др. В настоящее время наиболее перспективным для защиты рапса на начальных этапах развития является использование комбинированных протравителей типа Круйзер Рапс, Модесто Плюс, Селест Топ, включающих в свой состав как инсектицид, так и фунгицид. Они не только защищают всходы рапса от поражения болезнями и повреждения вредителями, но также обладают и определенным стимулирующим и иммуномодулирующим действием. По вегетирующим растениям опрыскивание посевов инсектицидами проводят при превышении количества вредителей экономического порога вредоносности. Для крестоцветных блошек это 1-3 жука на 1 м² или повреждение 7-8 % поверхности листьев в фазу полных всходов, для рапсового цветоеда – 2 жука на одно растение в фазу бутонизации и для капустной моли – 2-3 гусеницы на одно растение или заселение более 10 % растений в любую фазу вегетации.

Против рапсового цветоеда проводят опрыскивание посевов препаратами Каратэ Зеон, Децис Эксперт, Цунами, Арриво, Кинмикс, Борей и др. незадолго (за 2-3 дня) до наступления фазы полной бутонизации.

Для борьбы с особо вредоносной капустной молью часто требуется несколько обработок разными препаратами, так как в условиях Тюменской области она даёт до 3-х поколений за сезон, и в один момент на поле может присутствовать вредитель в разных стадиях своего развития (яйца, гусеница, куколка, имаго). Для уничтожения вредителя используют препараты Каратэ Зеон, Децис Эксперт, Конфидор, Алиот, Герольд, Борей и др. Сложность борьбы с капустной молью заключается и в том, что многие достаточно эффективные препараты (Амплиго, Кораген, Проклэйм и др.) на данный момент не допущены к использованию на посевах рапса.

Следует отметить, что в жаркую и сухую погоду вредоносность всех вредителей чаще всего возрастает, а эффективность действия препаратов, особенно из группы синтетических пиретроидов, снижается, что требует проведения дополнительных обработок или корректировки норм и сроков их осуществления.

В условиях Северного Зауралья на данный момент болезни не оказывают существенного экономического влияния на эффективность возделывания ярового рапса, однако в отдельные годы при неблагоприятных погодных условиях (прохладная погода, избыточное количество осадков и т.д.) могут способствовать снижению урожайности и ухудшению качества семян. В Тюменской области наиболее распространены следующие болезни: альтернариоз, фузариоз, черная ножка, пероноспороз, мучнистая роса и изредка фомоз. Наиболее эффективной защитой всходов рапса от поражения почвенными грибами является предпосевное протравливание семян комплексными инсекто-фунгицидными препаратами системного действия Круйзер Рапс, Селест Топ, Модесто Плюс. Для профилактики и борьбы с альтернариозом, пероноспорозом, мучнистой росой, фомозом в период вегетации растений проводят опрыскивание посевов препаратами Амистар Экстра, Тилт, Пиктор, Карамба, Колосаль.

При проведении всех химических обработок посевов ярового рапса следует использовать только те препараты, которые внесены в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации». При этом необходимо руководствоваться действующими санитарными нормами и правилами, соблюдать технику безопасности и строго выполнять рекомендации производителей применяемых пестицидов.

Опрыскивание посевов следует проводить исправными, хорошо отрегулированными широкозахватными опрыскивателями типа ОН-16-800, ОПШ-24-3000, Amazone UR 3000 и др., в утреннее или вечернее время или в пасмурную, безветренную погоду с силой ветра не более 5 м/с. Перед проведением химических обработок через СМИ или органы местной власти необходимо своевременно оповестить местное население и пчеловодов с целью их защиты от негативного воздействия. Также при применении пестицидов необходимо чередовать используемые препараты для недопущения появления устойчивых рас и популяций вредоносных организмов, а также с целью снижения накопления химических веществ в конечном продукте.

Уборка урожая семян ярового рапса связана с определенными сложностями, обусловленными его агробиологическими

особенностями – мелкосемянностью, неравномерностью созревания, растрескиваемостью стручков и осыпанием семян при перестое растений на корню и т.д. Убирают рапс как прямым комбайнированием (однофазная уборка), так и отдельным способом (двухфазная уборка).

Отдельный способ уборки применяют при сильном засорении полей сорной растительностью, неравномерном созревании или затягивании вегетации при неблагоприятных погодных условиях. Для этого рапс в фазу желто-зеленой спелости, когда стручки станут лимонно-жёлтого цвета, а семена в нижней части центральной ветви приобретут свойственную сорту окраску (темно-коричневую, чёрно-коричневую или чёрную), скашивают в валки с использованием жаток ЖНУ-6А, ЖВП-4,9 и др. и через 5-10 дней, в зависимости от погодных условий, обмолачивают их. Для обмолота применяют обычные, но хорошо герметизированные и настроенные зерновые комбайны типа Дон-1500, Енисей 1200, Вектор, New Holland, John Deere и др. Наряду с достоинствами, к которым относится равномерное дозревание семян в валках, их низкая уборочная влажность, сокращение потерь урожая при обмолоте, отдельная уборка имеет и ряд недостатков. К ним относятся: необходимость приобретения дополнительного дорогостоящего оборудования (жатки, подборщики и др.), увеличение прямых затрат на уборку (ГСМ, оплата труда комбайнеров), увеличенное уплотнение почвы за счёт двойного прохода техники по полю, потери урожая от растрескивания стручков при сильных дождях и ветре. По этой причине в Тюменской области в основном применяется однофазная уборка.

Прямое комбайнирование применяют на чистых от сорняков полях, при равномерном созревании семян в стручках и благоприятных погодных условиях (солнечная, теплая погода, отсутствие осадков, небольшой ветер). К моменту уборки все листья на растениях рапса должны опадать, стручки стать желто-бурыми, семена приобрести свойственную сорту окраску, их влажность находится в пределах 12-16 %. Для улучшения качества уборки рапса комбайны можно оборудовать специальными «рапсовыми столами». Однофазную уборку, по возможности, необходимо завер-

шить в максимально сжатые сроки (3-5 дней) во избежание дополнительных потерь урожая от растрескивания стручков и осыпания семян при перестое на корню.

Для ускорения и обеспечения равномерного созревания семян рапса при затягивании вегетации и на сильно засоренных полях применяют десикацию посевов. Её осуществляют при приобретении жёлто-бурой окраски у 70-75 % стручков и влажности семян 30-35 %. Для этого применяют десиканты типа Баста, Реглон Форте или используют гербициды сплошного действия на основе глифосата (Ураган Форте, Раундап Экстра, Глифос и др.). Обмолот проводят способом прямого комбайнирования через 5-10 дней после обработки посевов.

Сразу после обмолота, для предотвращения самосогревания, семена рапса подвергают предварительной очистке на зерноочистительных машинах ОВС-25, ЗВС-20А, СМ-4 и др. и, если влажность семян превышает 12 %, дополнительно подсушивают на сушилках различного типа (напольных, шахтных, конвейерных, бункерах активного вентилирования). После проведения предварительной очистки и сушки семена охлаждают до температуры +16...+18°C и проводят первичную, а при необходимости и вторичную очистку на зерноочистительных машинах ОВС-25, ЗВС-20А, МЗС-20, МВО-10, МС-4,5, Петкус Гигант, Петкус Селектра, СМ-4, ПСМ-2 и др.

При закладке на длительное хранение влажность семян ярового рапса не должна превышать 8%, а содержание сорной примеси – не более 2 %. Хранят рапс в чистых, обеззараженных, хорошо герметизированных хранилищах навалом (с высотой насыпи не более 2 м) или мешкотаре, хорошо пропускающей воздух, вместимостью 35-50 кг. Мешки укладывают на деревянные поддоны, причем высота штабеля не должна превышать 2,5-3,0 м.

СИСТЕМА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ЯРОВОГО РАПСА

Формирование высоких урожаев ярового рапса – это сбалансированное питания азотом, фосфором и калием, а также микроэлементами.

Рапс и сурепица за период вегетации выносят из почвы на 1 тонну основной продукции 35,0 кг азота, 18,0 кг фосфора и 26,0 кг калия. Получение высоких урожаев семян и зеленой массы требует высокоплодородных почв или оптимизации минерального питания. Нежелательно возделывание ярового рапса на песчаных почвах из-за их низкой влагоемкости, на заболоченных – в связи с возможным загниванием корневой системы.

Оптимизация минерального питания при интенсивной технологии снижает расход воды на формирование единицы урожая до 25 %.

Комплексное агрохимическое обследование почвы с применением спутниковых навигационных систем, создание электронных карт полей в формате KML, автоматизированный отбор почвенных проб (ПАП-40) или ручным буром (трость Осипова) на глубину 0-40 см и современного агрохимического оборудования позволят получать достоверные агрохимические показатели, на основе которых возможна разработка оптимального минерального питания ярового рапса.

Оптимальный интервал реакции почвы для возделывания ярового рапса – 5,6-6,5 рН_{ксл}. Показатель степени насыщенности основаниями (V%) дает возможность решить вопрос о необходимости известкования и возможности фосфоритования почвы. По данным К.К. Гедройца, если почва имеет степень насыщенности основаниями V%=71-80 – слабая нуждаемость, V% > 80 % – отсутствует. На основании показателей гидролитической кислотности (Нг) и суммы обменных оснований (S) определяем насыщенность почв основаниями (V%) по формуле: $V = S / (Нг + S) \cdot 100$. При необходимости известкования расчет дозы извести по обменной и гидролитической кислотности $D_{CaCO_3} = Нг \cdot 1,5$, где D_{CaCO_3} – доза, Нг – гидролитическая кислотность почвы, мг • экв./100 г почвы.

Нормы минеральных удобрений определяют с учетом потребности растений в элементах питания и результатов агрохимического обследования почвы. Существует более 10 способов расчета доз минеральных и органических удобрений. Потребность рапса в азотных удобрениях на планируемую урожайность можно рассчитать по формуле:

$$\text{Дд.в} = (\text{ПУ} \cdot \text{В}) - ((\text{С} \cdot \text{КИП}) + \text{Нф}) \cdot \text{КИУ} \text{ кг/га, где}$$

Дд.в. – доза минеральных удобрений в кг/га действующего вещества;

ПУ – планируемая урожайность с.-х культуры, т/га;

С – запасы элемента питания, кг/га;

КИП – коэффициент использования из почвы;

КИУ – коэффициент использования удобрений;

Нф – нитрификационная способность почвы, кг/га.

Аналогичным образом рассчитывается потребность фосфорных и калийных удобрений на планируемый урожай с корректировкой в формуле:

$$\text{Дд.в} = (\text{ПУ} \cdot \text{В}) - ((\text{С} \cdot \text{КИП}) \cdot \text{КИУ}) \text{ (кг/га)}.$$

Расчет количества минеральных удобрений в физической массе рассчитывается по формуле:

$$\text{Дфм} = (\text{Д д.в/С}) \cdot 100 \text{ (кг/га), где}$$

Дфм – доза удобрений в физической массе, кг/га;

Д д.в – доза удобрений в действующем веществе, кг/га;

С – содержание действующего вещества, %

100 – перевод в кг/га.

Коэффициенты выноса питательных элементов и коэффициенты использования из почвы и удобрений необходимо уточнять в зависимости от почвенно-климатических условий возделывания рапса.

Рапс предъявляет высокие требования и к азотному режиму питания. При недостатке азота растения имеют светло-зеленую

окраску, слабо ветвятся. Из нижних листьев происходит отток азота в верхние, старые листья желтеют и сбрасываются. Внесение азотных удобрений, особенно дробное (дифференцированно в период вегетации) увеличивает содержание белка в растениях, хотя и несколько снижает количество жира в семенах.

Фосфор необходим для формирования корневой системы, увеличения семенной продуктивности и ускорения созревания. При недостатке фосфора на ранних стадиях роста и развития растения низкорослы и имеют темно-зеленую окраску листьев. В дальнейшем края и кончики старых листьев становятся розовато-пурпурными, а при сильном фосфорном голодании листья приобретают ярко-красный цвет. Рапс эффективно использует фосфорные удобрения.

При калийном голодании старые листья сморщиваются, приобретают на кончиках и краях желтую окраску, которая распространяется к середине листа. Далее наблюдается пятнистость, или хлороз, старых листьев и отмирание их тканей. Головки цветов вянут, а при сильной недостаточности калия возможна гибель всего растения. Калийные удобрения повышают устойчивость растений к неблагоприятным погодным условиям, поражению болезнями и вредителями.

При недостатке серы в почве наблюдается общее поражение молодых листьев, а в дальнейшем всего растения. На средней жилке листа или с обратной его стороны может появиться розоватая окраска. Молодые листья плохо развиваются, старые становятся бледными, с пурпурными краями, курчавятся или скручиваются вовнутрь. На верхушке растения образуется мало стручков, они короче обычных и плохо выполнены. Цветение и созревание задерживаются. Семена получаются сморщенными и щуплыми, а при сильном голодании – совсем не завязываются.

Наиболее чувствителен рапс к недостатку бора, молодые листья блестят и загибаются, старые становятся плотными и кожистыми, с тусклой бархатной поверхностью. Позднее по краям листьев образуется желто-красно-оранжевое окаймление. При сильном борном голодании вокруг конуса нарастания появляется большое количество недоразвитых листьев. Признаки недо-

статка бора могут появляться на полях, прошедших известкование. Также на растениях может проявляться недостаток марганца и молибдена.

Выявление недостатков элементов питания в системе минерального питания возможно с помощью применения диагностики питания: почвенной, растительной, комплексной, листовой, морфобиометрической, соковой, тканевой, функциональной и визуальной.

Сегодня цифровые технологии стали неотъемлемой частью многих производственных процессов в отрасли АПК. Это позволяет не только повысить выход сельскохозяйственной продукции, но и значительно снизить затраты за счёт экономии горючего, посевного материала, удобрений, ликвидации простоев, повышения производительности труда. Высокий спрос получают ГИС-технологии в растениеводстве, где управление агротехнологическими операциями осуществляется с учетом характеристик каждого микроучастка поля, так называемое точное земледелие.

Применение мобильных приложений в эпоху цифровизации – неотъемлемая часть, для достоверности проведения визуальной диагностики возможно применение мобильного приложения. Yara CheckIT предоставляет аграриям фото-библиотеку, по которой можно быстро установить случаи, когда растение испытывает дефицит тех или иных веществ. Помимо этого, приложение дает подробную информацию о том, для каких типов почв характерна данная нехватка нутриентов, и как это в конечном итоге сказывается на состоянии растения. Программа также выдает список рекомендованных удобрений и других добавок, с помощью которых можно исправить проблему. Мобильное приложение Агроном – специализированный агрономический калькулятор. Программа позволяет рассчитать потребности в макро (N, P, K) и мезоэлементах (S, Ca, Mg), исходя из желаемой урожайности. Пользователю доступны подробные данные по ключевым элементам, их содержанию в марках удобрений и требуемым объемам внесения для достижения оптимальных показателей. Storio – средство для аграрного менеджмента и мониторинга полей.

На платформе Google Play, App Store можно найти ряд полезных мобильных приложений, которые могут проконсультировать агронома-технолога при возделывании сельскохозяйственных культур, однако полученную информацию нужно правильно интерпретировать применительно к культуре, сорту, почвенно-климатическим условиям и другим факторам, влияющим на урожайность и качество получаемой продукции.

Почвенный покров в условиях Западной Сибири неоднороден. Даже на одном поле может находиться несколько типов и видов почв с резкими колебаниями показателей их плодородия (табл. 2). Зачастую учёные предлагают элементы технологии для конкретной почвы, что в реальных условиях товаропроизводителю трудно выполнить из-за существующей пестроты полей по почвенному плодородию. В то же время геоинформационные системы позволяют собрать большой спектр данных о космических и земных факторах продуцирования агроэкосистем, сделать глубокий анализ их значимости в формировании продуктивности растений и разработать технологию возделывания культур для хозяйства, поля и конкретного участка с учётом состояния почвенного плодородия и требования растений.

Использование техники нового поколения, её совместимость, адаптивность к почвенно-климатическим условиям, целесообразный подбор средств химизации позволяет наукоёмким технологиям оптимизировать ресурсную базу производства и выстраивать технологию, применяя автоматизированные технические средства на основе геоинформационных систем. В результате получается запрограммированная продуктивность агроценозов, экологически безопасная, с желаемым качеством продукции.

Переход на современные технологии производства продукции растениеводства агропромышленного комплекса тесно сопряжен с развитием наукоёмких процессов сельскохозяйственного направления. Наряду с этим в рамках Государственного аграрного университета Северного Зауралья при поддержке Министерства сельского хозяйства Российской Федерации разработана научно-методическая база по детальному наземному обследованию почв сельскохозяйственного назначения.

Дифференцированное внесение минеральных удобрений по элементарным участкам с использованием космических систем является результатом агрохимического обследования полей. Пространственная неоднородность полей по почвенному плодородию требует более точного подхода к составлению агрохимических картограмм и их дальнейшего предназначения. Алгоритм управления продукционными процессами агроценозов в режиме off-line предусматривает детальное агрохимическое обследование почвы поля. Полученные данные по содержанию элементов питания не экстраполируются на обширные площади полей, а учитываются для внесения минеральных удобрений по микроучасткам.

Дифференцированное внесение минеральных удобрений в почву – это изменение нормы внесения минеральных удобрений во время движения агрегата по полю в автоматическом режиме согласно карте задания по элементарным участкам поля.

Подобрав исполняющий механизм, его устанавливают на посевной комплекс или сеялку: БНК «Агронавигатор+» 7-го типа, приемник навигационных спутниковых сигналов и исполняющий механизм линейный электроактуатор, жгут связи и управления.

На посевной комплекс устанавливают электроактуатор со встроенным потенциометром. Линейный электроактуатор основанием закрепляется за кронштейн рамы посевного комплекса, а его шток к регулировочному рычагу нормы внесения удобрений.

После переоборудования посевного комплекса необходимо провести калибровку линейного актуатора и настройку бортового навигационного комплекса Агронавигатор. В программе прибора предусмотрена функция калибровки.

Заходим в меню навигатора, выбираем «Дозатор», в контекстном меню дозатора должны отображаться работа по оборотам, работа по норме, управление раздельное, не отключать при заходе, привод-актуатор, сглаживание оборотов, шток больше обороты меньше.

Заходим в калибровку дозатора и выполняем последовательно:

- выбираем Актуатор 1;

- устанавливаем требуемое положение актуатора (максимально или на норму внесения);
- выбираем посевной материал (прописываем наименование удобрения);
- начинаем калибровку;
- проворачиваем ручку (рукоятку редуктора) на соответствующее количество на 0,1 га (или на 1,0 га);
- взвешиваем высыпаемый материал и вводим калибровочную массу;
- сохраняем калибровку;
- при необходимости можно вести корректировку полученного коэффициента;
- выходим из настройки.

В карте задания каждому элементарному участку указывалась доза внесения минеральных удобрений кг/га.

Дифференцированное внесение твёрдых минеральных удобрений при посеве выполняется в автоматическом режиме при движении посевного агрегата по полю с элементарными участками. Приёмник навигационных сигналов передаёт сигнал о местоположении агрегата на поле агронавигатору, содержащему в себе электронную карту задания. Установленный в кабине трактора агронавигатор, обработав информацию, подаёт на линейный электроактуатор сигнал о заезде в следующий элементарный участок. Электроактуатор подключен к рычагу редуктора, который при перемещении рычага изменяет обороты высевающей катушки, что и обеспечивает дифференцированное внесение твёрдых минеральных удобрений по элементарным участкам поля.

Таким образом, внесение минеральных удобрений по технологии точного земледелия в режиме off-line предусматривает предварительную подготовку на персональном компьютере электронной карты полей (картосхемы с элементарными участками), привязанные к местности результаты агрохимического обследования почв по элементарным участкам и рассчитанные нормы удобрений, занесенные в карту задания индивидуально к каждому участку поля. Трактор оснащён БНК и приемо-передающей антенной, а посевной комплекс – дополнительным обору-

дованием, позволяющим в автоматическом режиме устанавливать дозу минеральных удобрений согласно карте задания и вносить их по элементарным участкам поля.

Борьба с вредителями и болезнями рапса с помощью химических средств защиты растений является необходимым активным элементом системы его выращивания, однако, не менее важно использование пассивных средств, включающих систему профилактики и стимуляции естественных защитных механизмов растений путем использования минеральных удобрений, в том числе и в вегетационный период рапса. Применение внекорневых минерально-микроэлементных подкормок позволяет нивелировать неблагоприятное воздействие патогенов и вредителей на растения, повысить их естественный иммунитет и уменьшить токсическое действие применяемых пестицидов.

В течение ряда лет ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья совместно с ООО «ЕвроХим Трейдинг Рус» проводили работы по изучению полевой эффективности водорастворимых и жидких азотных (КАС-32) удобрений отечественного производства как элемента системы возделывания ярового рапса.

Водорастворимые удобрения Aqualis – универсальная продукция, подходящая как для применения в качестве листовых подкормок полевых культур, так и через системы капельного орошения при возделывании овощей и плодовых. Это 7 марок с различным соотношением питательных макро- и мезоэлементов, дополнительно обогащенных Fe, B, Zn, Cu, Mn, Mo. Марки разработаны с учетом потребности культур в ключевые фазы вегетации. Высокая растворимость, отсутствие осадка. Отсутствие хлора и натрия. Высокая чистота – отсутствие балластных веществ. Благоприятные химические характеристики, в том числе рН в диапазоне 5,3-6,5. Универсальный набор марок для любых культур и фаз развития. Подходят для применения в баковых смесях со средствами защиты растений. Выверенный состав, обеспечивающий максимальную доступность элементов питания для растений. Микроэлементы в композициях представлены в хелатной форме.

Опыты проводили в производственных условиях на базе ООО «Тюменское подворье» Юргинского района.

Климатические условия 2020 года в подтайге характеризовались как неблагоприятные для возделывания сельскохозяйственных культур, сумма активных температур ($>10^{\circ}\text{C}$) составляла $1850,6^{\circ}\text{C}$, этот период продолжался 103 дня. Сумма осадков за вегетационный период – $78,0$ мм, ГТК составил $0,3$, что свидетельствует о засухе средней интенсивности.

На исследуемом поле под яровой рапс было проведено агрохимическое обследование почвы по основным агрохимическим показателям. Предшественник – чистый пар. Содержание гумуса на исследуемом поле Юргинского района составляло в среднем $5,0$ - $6,0$ %, что характерно для светло- и темно-серых лесных почв подтайги Тюменской области. Это подтверждается и суммой поглощенных оснований $17,6$ - $22,0$ ммоль/100 грамм. Содержание нитратного азота перед посевом низкое – от $7,4$ до $8,5$ мг/кг почвы (по Кочергену, 1984), что требовало дополнительного внесения азотных удобрений по почвенным и климатическим условиям 2020 года. После уборки содержание нитратного азота остается на одном уровне – $6,8$ - $8,1$ мг/кг почвы.

По группировке почв по степени кислотности, определяемой в солевой вытяжке, почва слабокислая – рН $5,0$ - $5,1$ единиц, но если учесть, что эти почвы имеют степень насыщенности основаниями $80,0$ %, они в большинстве случаев в известковании не нуждаются. Изменения от посева до уборки незначительные и находились в пределах ошибки определения и отбора почвенных образцов. Содержание подвижной серы на всех вариантах, а также перед посевом и после уборки было очень низкое – менее $2,0$ мг/кг почвы.

Выбранное научно-производственное поле имело высокую вариабельность содержания подвижного фосфора по элементарным участкам поля (варианты), так, в ранневесенний период содержание подвижного фосфора было $30,3$ - $35,2$ мг/кг почвы, после уборки – $21,3$ - $27,5$ мг/кг почвы.

Заметно лучше, особенно у темно-серых лесных почв, обеспеченность обменным калием – $147,5$ - $157,5$ мг/кг почвы.

Таблица 2

Агрохимические показатели почвы (под яровой рапс), Юргинский район, 2020 г.

№ пп	Агрохимиче- ские показатели	Варианты					
		Вариант 1 (Технология хозяйства)		Вариант 2		Вариант 3	
		Перед посевом	После уборки	Перед посевом	После уборки	Перед посевом	После уборки
1.	Гумус, %	5,4	5,5	6,0	6,0	5,0	4,3
2.	N-NO ₃ , мг/ кг почвы	7,4	6,8	7,2	8,1	8,5	7,9
3.	P ₂ O ₅ , мг/ кг почвы	31,4	21,3	35,2	21,7	30,3	27,5
4.	K ₂ O, мг/ кг почвы	147,5	159,1	157,5	178,5	155,1	182,0
5.	pH _{сол.}	5,1	5,1	5,0	5,1	5,0	5,1
6.	pH _г	7,4	6,5	5,3	5,1	5,2	5,1
7.	SO ₂ , мг/ кг почвы	>2,0	>2,0	>2,0	>2,0	>2,0	>2,0
8.	ЕКО	29,4	26,9	22,9	22,6	22,7	23,4
9.	Сумма по- глощенных оснований, ммоль/ 100 грамм (S)	22,0	20,4	17,6	17,6	17,6	18,4

Таким образом, в условиях подтайги Тюменской области (Юргинского района) необходимо вносить азотные, фосфорные удобрения, а также следить за содержанием гумуса.

Обработка проводилась согласно технологии чистого пара в условиях подтайги Тюменской области. Основная обработка осенью – отвальная вспашка (К-744+ПЛН-8-35) на глубину 22-27 см после уборки яровой пшеницы, в течение весенне-летнего периода – культивация. Ранневесеннее боронование проводили по физически спелой почве. ДТ-75+СП-21 БЗСС-1. Перед посевом врезали согласно схеме и нормам внесения известково-аммиачную селитру (6 мая 2020 года) и сульфоаммофос (при посеве). Предпосевная культивация UNIA в агрегате с трактором К-744 на глубину 10-12 см с последующим прикатыванием. Посев ярового рапса проводили 14 мая 2020 года сеялками СHERVONA ZIRKA 3,6. Норма высева – 5-6 кг/га. Выполняли гербицидную и инсектицидную обработку ярового рапса. После наступления полной спелости проводили уборку комбайном ACROS 550 с применением навигационного оборудования БНК «Агронавигатор» с загруженной картой задания для определения местоположения и площади учетной деланки.

Правила проведения некорневой подкормки: все удобрения совместимы со средствами защиты растений, кроме медь- и серосодержащих; концентрация рабочего раствора – 0,5-7 %; расход Aqualis для полевых культур на 1 га – 2-3 кг/га, расход рабочего раствора – 100-250 л/га, в основном 150 л/га; расход рабочего раствора зависит от фазы развития растений, вегетативной массы и других факторов, поскольку чем больше растение, тем больше необходимо жидкости для равномерной обработки.

Время проведения некорневых подкормок: вечернее время, облачная погода; влажность воздуха выше 40%; температура воздуха 10-28°C.

Влажность ярового рапса при обмолоте научно-производственного опыта в 2020 году была от 15,6 до 23,1 %, что требовало немедленной сушки семян после обмолота до влажности не более 12,0 %, иначе они быстро плесневеют, утрачивают всхожесть, качество масла резко ухудшается.

Таблица 3

Схема опыта, сроки и нормы внесения удобрений, 2020 г.

Вариант	Способ внесения.		
	Вид удобрения и нормы, кг/га (л/га)		
	До посева	При посеве (сеялками)	Листовые подкормки
Вариант 1 (Технология хозяйства)	Известково-аммиачная селитра, 200кг/га	Сульфаммофос, 120 кг/га	1. Листовая розетка (совместно с ХСЗР): Биостим рост (1,0 л/га) (аминокислотный стимулятор роста для рапса) 2. Цветение – формирование стручков (совместно фунгицидом): Биостим масляный (1,0 л/га)
Вариант 2	Известково-аммиачная селитра, 200 кг/га	Сульфаммофос, 120 кг/га	1. Стеблевание - бутонизация (совместно с ХСЗР): КАС-32 (15 л/га) + 13-40-13 (2 кг/га) 2. Цветение (совместно с СЗР): КАС-32 (15 л/га)* + 18-18-18 (2 кг/га)
Вариант 3	Известково-аммиачная селитра, 200 кг/га	Сульфаммофос, 120 кг/га	1. Стеблевание- бутонизация (совместно с ХСЗР): 13-40-13 (2 кг/га); 2. Цветение (совместно с СЗР): 18-18-18 (2 кг/га)

В 2020 году исследования системы минерального питания ярового рапса были проведены по предшественнику чистый пар. В сложившихся погодных условиях на контроле получена урожайность 1,37 т/га с маслинностью 48,6 %, средняя урожайность рапса по хозяйству составила 17,6 ц/га.

Максимальная урожайность была на варианте №2 – 1,83 т/га с маслинностью 49,6 %, прибавка получена 0,46 т/га (33,6

%) относительно контрольного варианта, на исследуемом варианте было проведено 2 подкормки совместно с ХСЗР КАС-32 15,0 л/га+13-40-13 2,0 кг/га в фазу стеблевания – бутонизация и в фазу цветения КАС-32 15,0 л/га + 18-18-18 2,0 кг/га. На варианте №3 получена урожайность ярового рапса 1,70 т/га с масличностью 48,1 %, применяли ВРУ 13-40-13 (2,0 кг/га) и 18-18-18 (2,0 кг/га) (исключили КАС-32 из баковой смеси), прибавка составила 0,33 т/га (24,1 %) относительно контроля.

Таблица 4

**Урожайность и масличность ярового рапса
(Юргинский район), 2020 г.**

№ пп	Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка		Масличность, %
			т/га	%	
1.	Вариант 1 (Технология хозяйства)	1,37	т/га	%	48,6
			-	-	
2.	Вариант 2	1,83	0,46	33,6	49,6
3.	Вариант 3	1,70	0,33	24,1	48,1

Примечание: средняя урожайность ярового рапса по хозяйству 17,6 ц/га

Таким образом, получена максимальная урожайность ярового рапса 1,83 т/га с масличностью 49,6 % на варианте №2, где проведено две подкормки совместно с ХСЗР КАС-32 15,0 л/га+13-40-13 (2,0 кг/га) в фазу стеблевания – бутонизация и в фазу цветения КАС-32 15,0 л/га + 18-18-18 (2,0 кг/га) при внесении известковой-аммиачной селитры (до посева 200 кг/га) и сульфоаммофоса 120 кг/га.

Структура урожайности ярового рапса по вариантам представлена в таблице 5.

Семена рапса мелкие, масса 1000 штук обычно равна 3-4 г, в наших исследованиях масса 1000 зерен равна 6,6-7,5 г на всех исследуемых вариантах.

Таким образом, в сложившихся погодных условиях 2020 года выделился вариант, где проведено две подкормки совместно с ХСЗР КАС-32 15,0 л/га+13-40-13 (2,0 кг/га) в фазу стеблевания – бутонизация и в фазу цветения КАС-32 15,0 л/га + 18-

18-18 (2,0 кг/га), максимальная урожайность – 1,83 т/га, масличность – 49,6 %, что подтверждается и структурой урожайности: количество стручков составило 79,0 шт., вес семян с одного стручка – 0,16 г, а масса 1000 зерен – 7,5 г.

Таблица 5

**Структура урожайности ярового рапса
(Юргинский район), 2020 г.**

Показатели	Вариант		
	Вариант 1 (Технология хозяйства)	Вариант 2	Вариант 3
Количество стеблей, шт./м ²	180,0	180,0	200,0
Длина растений, см	136,3	139,0	123,6
Количество стручков, шт.	68,0	79,0	80,0
Количество семян в стручке, шт.	31,0	25,0	24,0
Вес семян с одного стручка, г	0,13	0,16	0,14
Масса 1000 семян, г	6,6	7,5	7,4

Рапс – экономически выгодная культура, источник конкурентоспособного масличного сырья для пищевых и технических целей, ценная кормовая культура. Реализационная цена семян ярового рапса в Тюменской области в 2020 году составляла около 40000 руб./т. Увеличение объема производства семян ярового рапса невозможно без эффективной защиты растений от болезней, вредителей и сорняков.

Высокая маржинальность ярового рапса в условиях Тюменской области заставляет аграриев присматриваться к данной культуре, однако с ростом площадей увеличивается и порог экономической вредоносности вредителей, тем самым увеличиваются затраты на применение средств защиты растений, а поврежденные растения не могут давать высоких урожаев.

Таблица 6

Экономическая эффективность возделывания ярового рапса

Способ внесения минеральных удобрений	Урожайность, т/га	Затраты на производство, руб./га	Себестоимость, руб./т	Стоимость продукции, руб.	Прибыль, руб.	Рентабельность, %	Стоимость минеральных удобрений, руб./га
Вариант 1	1,37	25321,1	18482,6	54800,0	29478,9	116,4	5860
Вариант 2	1,87	25707,1	13747,1	74800,0	49092,9	191,0	6246
Вариант 3	1,70	25287,1	14874,8	68000,0	42712,9	168,9	5826

* Закупочная цена ярового рапса – 40 000 руб./т

Средняя урожайность ярового рапса в ООО «Тюменское подворье» – 17,6 ц/га, затраты на производства 1 тонны составляли 14387,0 рублей. Урожайность ярового рапса на контроле (на выбранном поле) – 1,37 т/га, затраты на производство – 25 321,1 руб./га, из них 5860,0 руб. – на минеральные удобрения, себестоимость – 18482,6 руб./га, стоимость продукции – 54800,0 руб., получена прибыль 29478,9 рублей, рентабельность – 116,4 %.

На фоне основных удобрений (варианте №2), где предусматривались две листовые подкормки: 1-я – КАС-32 (15,0 л/га)+13-40-13 (2,0 кг/га) и 2-я – КАС-32 (15,0 л/га)+18-18-18 (2,0 кг/га) совместно со средствами защиты растений, урожайность ярового рапса – 1,87 т/га, затраты были выше на 386 руб./га (стоимость удобрений – 6246,0 руб./га), рентабельность – на 74,6 % и составляла 191,0 % относительно контрольного варианта.

На фоне основных удобрений (вариант №3), где предусматривались две листовые подкормки: 1-я – 13-40-13 (2,0 кг/га) и 2-я – 18-18-18 (2,0 кг/га) совместно со средствами защиты растений, урожайность ярового рапса – 1,70 т/га, затраты были ниже на 33,4 руб./га (стоимость удобрений – 5826,0 руб./га), рентабельность – на 52,5 %, и составляла 168,9 % относительно контрольного варианта.

Применение КАС-32 одновременно с ВРУ увеличивает затраты на 420,0 руб./га, повышается себестоимость на 1127,7 руб./т, снижается стоимость продукции до 68000,0 руб., прибыль – на 13,0 % и рентабельность – на 22,1 %.

Таким образом, для получения на светло-серой почве урожайности семян ярового рапса 1,83 т/га с хорошими качественными характеристиками (масличность до 49,6%) рекомендуется использовать две подкормки совместно с СЗР КАС-32 15,0 л/га+13-40-13 (2,0 кг/га) в фазу стеблевания – бутонизация и в фазу цветения КАС-32 15,0 л/га + 18-18-18 (2,0 кг/га) при внесении известковой-аммиачной селитры (до посева 200 кг/га) и сульфоаммофоса 120 кг/га. Рентабельность производства ярового рапса составила 191,0 %, что выше контроля на 74,6 % при повышении затрат всего на 386,0 руб./га.

ОСНОВНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО БОРЬБЕ С ВРЕДИТЕЛЯМИ, БОЛЕЗНЯМИ И СОРНЯКАМИ

Все мероприятия по защите рапса от вредителей делятся на профилактические и истребительные.

К профилактическим мероприятиям относят правильный севооборот с предшественниками в виде пара или зерновых, максимально возможная пространственная изоляция посевов, возможное смещение сроков посева: ранний и сверхранний – для защиты от крестоцветных блошек, поздний (конец мая – начало июня) – для снижения вредоносности рапсового цветоеда.

Для надежной защиты рапса следует использовать весь комплекс мероприятий, включая не только борьбу с вредителями при помощи химических средств защиты растений, но и агротехнический и биологический методы. Важным элементом технологии возделывания рапса является правильное пространственное и временное размещение посевов в рамках севооборота и, соответственно, агротехнические мероприятия перед посевом. Наилучшие предшественники для рапса – бобовые и зерновые культуры, поскольку они не являются кормовой базой для основных вредителей капустных и крестоцветных, и вероятность массового заселения посевов рапса после них весьма невелика. Менее предпочтительны в этом отношении пар и травы, особенно засоренные дикими крестоцветными однолетниками. Более того, поскольку дальность разлета блошек, цветоеда и капустной моли – несколько километров, не рекомендуется проводить посев рапса вплотную к полям, на которых его выращивали в предыдущие вегетационные периоды. Максимально эффективным следует считать формирование полей рапса единым массивом с окружением его полями зерновых культур.

Не следует забывать и о природных биотопах – резерваторах и прокормителях вредителей. Несмотря на то что их численность в таких биотопах обычно значительно ниже, потенциально они служат важным источником заселения защищаемой культуры. Одним из способов снижения численности фитофагов рапса является создание приманочных краевых полос шириной 30-90 метров по краю защищаемых посевов. Эти полосы, не

предназначенные для получения товарных семян, могут эффективно снижать численность блошек и цветоеда на основной части поля. На такой полосе рекомендуют производить посев сурепицы как наиболее предпочтительной по питанию для блошек и капустной моли. Приманочную полосу можно высеять несколько ранее основного посева, что позволяет успеть провести обработку инсектицидами против имаго и личинок первого поколения до момента появления всходов основной культуры.

Для уничтожения взрослых насекомых предпочтительно использование остродействующих контактных препаратов (ФОС, СП, фенилпирразолов), против постэмбриональных стадий – системных препаратов как путем опрыскивания посевов, так и добавлением в баковую смесь при протравливании. В настоящее время существуют препараты для протравливания, содержащие в качестве действующих веществ инсектициды на основе имидаклоприда (Акиба, Имидашанс, Имидор Про, Койот, Конрад, Контадор, Нутрид, Сидоприд, Пикус, Стрит, Табу, Торреадор Макси), его смесей с клотианидином (Табу Нео) и бифентрином (Имидалид); препаратов как на клотианидине (Клотиамет, Клотианидин Про), так и в смеси с пиретроидом (Модесто), а также на основе тиаметоксама (Кайзер и Круйзер). Несколько меньшим системным действием обладает карбаматный протравитель Хинуфур. Допускается использование инсектицидов в виде баковых смесей с фунгицидными препаратами. Однако наиболее перспективным представляется применение заводских смесевых протравителей, содержащих как инсектицид, так и фунгицид (Модесто Плюс, Круйзер Рапс). Эти препараты не только защищают всходы рапса от болезней и вредителей в течение полутора-двух месяцев, но и обладают определенным стимулирующим и иммуномодулирующим эффектом – повышают способность растений противостоять различным неблагоприятным факторам окружающей среды. Препарат Селест Топ, кроме того, на 5-8% повышает энергию прорастания и всхожесть. Норма расхода рабочей жидкости при протравливании рапса несколько больше, чем при обработке зерновых и составляет 15-18 (до 30) л/т семян.

Импортные семена поступают в хозяйство обычно уже протравленными и дополнительной обработки не требуют. Семена

для обработки должны быть чистыми, сухими, желательно тщательно отсортированными и откалиброванными. Для протравливания используют машины типа ПС-10, «Мобитокс-Супер» и другие с предварительным уплотнением транспортеров в целях предотвращения просыпей. Небольшие количества семян (1-2 т) проще и эффективнее протравить в гравитационных строительных смесителях – растворомешалках типа БСЭ-180, БСР-190. На горловину смесителя рекомендуется смонтировать крышку с центральным отверстием, в него направляют форсунку гидравлического опрыскивателя, через которую одновременно с перемешиванием подают необходимое количество протравочного раствора. Загрузка смесителя семенами производится не более чем до 50% объема.

Для предотвращения выплода перезимовавшей капустной моли послеуборочные остатки с куколками бабочки рекомендуется уничтожать, в том числе и путем послеуборочной вспашки с оборотом пласта.

Истребительные мероприятия следует проводить инсектицидными препаратами в соответствии с Каталогом пестицидов и агрохимикатов на текущий год по достижении вредителем порога экономической вредоносности. Обработки проводят в вечернее, ночное и утреннее время; днем – только в пасмурную погоду. Следует учесть, что при температуре выше 30°C препараты из группы синтетических пиретроидов существенно снижают остроту действия, а из группы фосфорорганических соединений – наоборот повышают, хотя продолжительность эффективного действия в обоих случаях сокращается до 4-5 дней. Обработки рапса инсектицидами контактного действия в фазе полного цветения не рекомендуются в связи с высокой их опасностью для пчел. Соблюдение правил применения средств защиты растений, своевременное предупреждение местного населения и пчеловодов с фиксацией предупреждения в специальном журнале позволяет свести к минимуму вероятность массового отравления пчел.

Современный ассортимент инсектицидов, используемых для защиты рапса, достаточно широк и включает как традиционные препараты из группы синтетических пиретроидов, неоникотиноидов и ФОС и их смеси, так и новинки, например, на основе

циантранилипрола (Беневия, Люминоса) или пиметрозина (Пленум).

Все препараты следует применять в соответствии с регламентами не более чем двукратно за сезон. При необходимости большего количества обработок используют инсектициды из другой химической группы. Следует учесть, что ряд препаратов требуют длительного срока ожидания – до 60 дней до уборки урожая, поэтому такие инсектициды следует применять в начальный период вегетации для борьбы в первую очередь с блошками, пилильщиком и цветоедом.

Для повышения эффективности рекомендуется использование вспомогательных веществ, способствующих длительному сохранению препаратов на листьях рапса, имеющих гидрофобную восковую поверхность. Добавка поверхностно-активных веществ – эмульгаторов, антииспарителей и прилипателей (Тренд-90, Липосам, Кодосайд) повышает эффективность и срок остаточного действия инсектицидов.

Средства на основе продуктов микробиологического синтеза (Лепидоцид, Биостоп) предназначены в первую очередь для уничтожения гусениц капустной моли, белянки и ложногусениц пилильщика, однако они малоэффективны при высокой численности вредителей и снижают их количество обычно только во втором поколении. Замечено, что последовательное с интервалом в неделю или одновременное (в баковой смеси) применение ХСЗР и препаратов микробиологического происхождения существенно повышает общую эффективность защитных мероприятий, включая резкое снижение численности вредителей на следующий год.

Критерием необходимости применения истребительных мероприятий является экономический порог вредоносности (ЭПВ) вредителя. Основные показатели ЭПВ представлены в таблице 7.

К сожалению, критерии прогнозной вредоносности для некоторых вредителей, в частности бабочек капустной белянки и моли, в нашей зоне недостаточно хорошо разработаны, и данные таблицы могут быть использованы только в качестве оценочного параметра.

**Экономические пороги вредоносности
основных вредителей рапса**

Вид	Фаза развития культуры	Экономический порог вредоносности
Крестоцветные блошки: волнистая полосатая <i>Phyllotreta undulata</i> Kutsch. светлоногая полосатая <i>Ph. nevorum</i> L.	всходы	1-3 жука на 1 м ² или 7-8 %-ное повреждение поверхности листьев
Рапсовый цветоед <i>Meligethes aeneus</i> Fabr.	бутонизация	2 жука на растение
Рапсовый пилильщик <i>Athalia rosae</i> L.	вегетация	1-2 ложногусеницы на растение
Капустная белянка <i>Pieris brassicae</i> L.	вегетация	3-5 гусениц на растение при заселении не менее 0% растений
Капустная моль <i>Plutella xylostella</i> L.	вегетация	20-30 бабочек на 100 взмахов сачком 2-3 гусеницы на растение или 10 % заселенных растений

Болезни ярового рапса

В условиях континентального климата Западной Сибири болезни ярового рапса играют меньшую роль, чем в Европейской части субконтинента, однако могут в неблагоприятных погодных условиях существенно снижать всхожесть и урожайность культуры.

Почвообитающие грибы рода *Fusarium* вызывают гибель проростка растения, причем как корешка, так и стебля. Зачастую стебель на уровне почвы и чуть ниже истончается, вследствие чего растение полегает («черная ножка»). Выжившие растения угнетены и имеют существенно меньшую маслопродуктивность.

Грибы рода *Alternaria* вызывают альтернариоз, или чёрную пятнистость. При поражении семян альтернариозом наблюдается снижение их всхожести, иногда на 10-25 %, гибель корешка проростка, надлом стебля. Снижается маслячность семян, общая урожайность. Возбудитель передается в семенах и развивается параллельно с ростом растения. Наиболее опасен альтернариоз в период прорастания семени и в период цветения – стручкования. В благоприятных условиях повышенной влажности и температуры 10-20°C возбудитель быстро распространяется спорами бесполого размножения, поражая стручки. Их созревание ускоряется, стручки растрескиваются.

Существенный ущерб растениям рапса, особенно в ранний период вегетации наносят, кроме фузариумов и альтернарии, и почвообитающие грибы *Rhizoctonia* и *Rhizoctonia*. У заболевших растений желтеют и засыхают семядоли и листья, на стебле у корневой шейки появляется гниль, которая впоследствии распространяется на корень. Корневая шейка истончается, а при высокой влажности на ней появляется сероватый паутинный налет мицелия грибов. Даже если гибели растения не произошло, на фоне питиозного поражения развивается мицелий грибов рода *Fusarium*. Все это приводит к задержке роста растения, общему ослаблению, а в случае сильной степени развития и к гибели растений.

Ризоктониозное поражение выражается в отмирании главного корня, и хотя возможно развитие вторичной корневой системы выше этого места, растения уже не способны развиваться нормально.

Наиболее критична для массового развития корневых гнилей высокая влажность, особенно в сочетании с высокой температурой и кислотностью почвы. Дополнительным фактором развития и распространения гнилей может быть сильная загущенность посевов и зернобобовые предшественники, на которых эти патогены также паразитируют. Решить проблему поражения рапса грибками только агротехническими приемами невозможно, поэтому протравливание семян препаратами на основе имидазолов (Винцит Форте, Клад, Редут) является обязательным

элементом защитных мероприятий. Для комплексной защиты семян рапса от вредителей и болезней рекомендуется протравливание смесевым препаратом Селект Топ.

Вегетирующие растения ярового рапса наиболее часто поражаются возбудителем склеротиниоза *Sclerotinia sclerotiorum*, споры которого с середины весны распространяются из проросших склероциев, сохраняющихся в верхнем слое почвы. Перенос ветром спор крайне незначителен, поэтому распространение возбудителя на соседние поля практически невозможно. Благоприятствует развитию патогена на растении чередование теплой и влажной погоды. Для снижения пораженности склеротиниозом посевов рапса наиболее эффективны севооборот и зяблевая вспашка с оборотом пласта. В очагах склеротиниозного заражения успешны обработки растений фунгицидами в период цветения.

Эти же погодные условия способствуют и массовому поражению рапса ложной мучнистой росой, приводящей к появлению на листьях белого налета с последующим их пожелтением и усыханием.

Все возбудители болезней хорошо сохраняются на растительных остатках и семенах в виде спор и мицелия, поэтому агротехника и протравливание семян фунгицидами являются обязательными элементами комплекса защитных мероприятий. На последующих культурах следует проводить гербицидные обработки для уничтожения падалицы рапса, являющейся резерватом инфекции, в первую очередь фузариозной.

Использование фунгицидов в период вегетации рекомендуется только в ранний период, до смыкания растений. Против склеротиниоза, ботритиоза, альтернариоза применяют препараты карбендазима или его смесей (Дерозал, Спортак Альфа), ипродиона (Ровраль). Системные средства на основе имидазолов и их смесей со стробилуринами (Аканто, Тилт, Фоликур, Импакт Супер), кроме вышеперечисленных патогенов, эффективны и против мучнисторосяных грибов.

Опрыскивания проводят однократно при появлении первых признаков возбудителей в соответствии с регламентами применения препаратов и расходом рабочей жидкости 200-300 л/га.

При необходимости повторной обработки препарат следует заменить, хотя некоторые средства, в частности на основе карбендазима, разрешены и к двукратному использованию. Большинство системных препаратов имеют срок ожидания не менее 40 дней, поэтому их не следует применять в конце вегетационного периода.

Борьба с сорняками на яровом рапсе

Одна из основных предпосылок высокой урожайности рапса – чистота посевов. Сорняки снижают продуктивность на 10-15 %, поскольку яровой рапс имеет меньшую конкурентоспособность по сравнению с ними, особенно в первую половину вегетации. После смыкания посевов количество сорняков и их вредоносность снижается. Общепринято мнение, что посеvy рапса существенно уменьшают разнообразие и количество сорняков в последующем севообороте, однако в этом случае падалица рапса сама начинает выступать в качестве сорняка при смене культуры.

Борьба с однодольными сорняками на посевах ярового рапса не является чем-то особенным. Ассортимент гербицидов и отработанные технологии обработки почвы позволяют в значительной степени избавиться даже от таких злостных многолетников, как пырей. Применение в системе защиты селективных противозлаковых препаратов на основе галоксифоп-Р-метила (Галактик Супер, Галант, Гурон, Канон) и клетодима (Клетодим Плюс Микс, Селект, Центурион) практически полностью решает эту проблему. Препараты на основе метолахлора и метазахлора при почвенном предпосевном внесении (Дифилайн, Дуал Голд, Бутизан Стар, Миура) эффективны в отношении однолетних злаковых и некоторых двудольных. При этом на тяжелых, высокогумусных почвах применяют максимально разрешенную дозу препарата, а на легких – меньшую.

Для борьбы с двудольными многолетними в период вегетации лучше использовать гербициды на основе имазапилов (Грейдер, Имквант) и клопиралида (Выбор-300, Клео, Клиппард) или его смеси с другими активными действующими веществами (Галера Супер, Илион, Круцифер). Весьма перспективен в этом отношении препарат Эсток на основе сульфонилмочевины с добавкой

антидота. В качестве противоовсюжного средства на рапсе рекомендуются Фуроре Ультра и Фенова Экстра.

Для защиты растений от вредителей и болезней следует использовать высокоэффективное самоходное (Туман 1М, Барс, Versatile SP) или прицепное (Амазон, ОП-2000/2500) штанговое опрыскивающее оборудование с гидравлическими форсунками Тиджет или форсунками для малообъемного опрыскивания типа Микронайзер. Перспективным направлением является использование аэрозольных генераторов холодного тумана типа ГАРД, позволяющих резко (в 3-4 раза) увеличить производительность обработок.

С целью снижения повреждения растений химическими веществами и солнечных ожогов опрыскивание следует проводить в вечерних и утренних сумерках и ночью при силе ветра не более 5 м/сек. В пасмурную погоду допускается и дневное опрыскивание. При этом работы перед и во время дождя недопустимы. При наличии высокоэффективной техники с шириной захвата 24 м рекомендуется уже при посеве сформировать технологическую колею, которая существенно снижает повреждение растений, особенно в период стручкования и созревания.

При использовании химических средств защиты растений следует строго соблюдать требования техники безопасности, использовать средства индивидуальной защиты (фильтрующие респираторы, защитные костюмы, перчатки), а также не допускать проведения обработок инсектицидами и гербицидами вблизи рыбохозяйственных водоемов и в окрестностях населенных пунктов. Санитарно-защитная зона при наземных обработках – не менее 300 м, при аэрозольных – не менее 500 м, авиационных – не менее 2 км.

Во всех случаях агрохимических работ следует руководствоваться санитарными правилами и нормами по СанПиН 1.2.2584–10 и Приказом МинТруда РФ от 25 февраля 2016 г. №76н «Правила по охране труда в сельском хозяйстве».

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ РАБОЧИХ РАСТВОРОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАПСА ОТ КАПУСТНОЙ МОЛИ

Средства защиты растений для борьбы с вредителями и болезнями рапса применяются обычно методом среднеобъемного опрыскивания с использованием опрыскивателей штанговых различных моделей. Наиболее часто используются опрыскиватели типа ОПШ с рекомендованной нормой расхода рабочей жидкости 150-200 л/га. Ширина захвата зависит от модели, но чаще всего составляет 18-24 м. Размер капель колеблется (в зависимости от модели форсунок) от 100 до 200 мкм. Этих параметров вполне достаточно для эффективного покрытия растений, однако некоторые особенности рапса зачастую не позволяют эффективно и равномерно нанести препарат на поверхность листьев. Наличие воскового налета на листьях способствует быстрому скатыванию крупных капель и препятствует проникновению системных препаратов в растение. В фазе бутонизации кроны растений уже смыкаются, что существенно снижает вероятность попадания рабочего раствора на нижние листья. Использование препаратов контактного действия эффективно в отношении гусениц моли 2-го и более старших возрастов, когда они уже успевают нанести определенный вред растениям. Особенно проблемно уничтожение бабочек капустной моли, поскольку в отличие от других вредителей они не питаются на растениях. Эффективным способом борьбы с ними является использование методов малообъемного и ультрамалообъемного опрыскивания, а также применение генераторов холодного тумана.

Уменьшение размеров частиц до 15-50 мкм позволяет им проникать достаточно глубоко в плотную массу растений и покрывать поверхность насекомых мельчайшими каплями. Особенно важно это для летающих бабочек. Фактически при полете бабочки сами набирают частицы рабочего раствора на крылья и тело. При этом число частиц увеличивается в кубической зависимости от уменьшения размеров капель, что позволяет существенно – в 3-5 раз – сократить расход рабочего раствора на еди-

ницу площади без падения эффективности опрыскивания. К сожалению, получить капли размером менее 50 мкм при использовании обычных инжекторных гидравлических форсунок (вихревой, щелевой, дефлекторной) практически невозможно, причем сложности возникают и с однородностью капель. На краях сопла даже самых лучших форсунок капли рабочего раствора значительно крупнее, нежели в центре, что приводит к широкому диапазону диаметра капель – от 40 до 150 микрон.

Проблема получения относительно однородного потока жидкости решается использованием форсунок принципиально иного типа – «Микронайзер», представляющих из себя высокооборотные (до 6 тыс. об/мин) сетки или пакеты зубчатых дисков, рабочий раствор на которые подается самотеком или под небольшим давлением. В этом случае однородность капель существенно повышается и, подобрав режимы вращения форсунки, можно получить до 90% капель в достаточно узком размерном диапазоне. Такие модели опрыскивателей изготавливают как в заводском производстве, так и в виде комплектов для установки на разнообразные самоходные агрегаты, из которых очень хорошо зарекомендовали себя автомобили ГАЗ-66. К сожалению, оперативная смена типа форсунок на штанговых опрыскивателях практически невозможна, что требует постоянного наличия комплектов двух типов опрыскивателей в хозяйстве. Таким образом, высокая эффективность диспергирования и однородность капель рабочего раствора вкупе с фактическим уменьшением и расхода самого пестицида на 20-30% нивелируется дороговизной опрыскивающего устройства. Дополнительным недостатком микронайзеров является ветровой снос мелких частиц и требования к высокой квалификации обработчиков. При этом, хотя производительность УМО-опрыскивателей обычно существенно выше обычных гидравлических за счет увеличения скорости движения по полю с 15 до 30-35 км/час, ширина захвата изменяется незначительно.

Радикальным способом повышения эффективности и производительности методом УМО является использование многорежимных аэрозольных установок типа МАГ, ГРД, ГАРД с возможностью регулирования размера частиц. Такие установки, смонтированные на базе автомобиля (ЗИЛ, КАМАЗ), имеют

плавно регулируемые режимы от мелкокапельного малообъемного (МО) и ультрамалообъемного (УМО) опрыскивания до высокодисперсного аэрозоля (рис. 2). Размеры частиц рабочей жидкости могут колебаться от 10 (режим высокодисперсного аэрозоля) до 300 мкм (режим мелкокапельного опрыскивания). Ширина эффективного захвата в зависимости от дисперсности частиц, скорости движения агрегата и метеоусловий колеблется от фактически прямого опрыскивания (5-30 м) до создания аэрозольного облака, способного перемещаться на расстояние по ветру до 2 км и плотно закрывающего зону обработки. На фотографии, обработанной контрастным фильтром, на фоне лесного массива хорошо видно формирование аэрозольного облака (рис. 3). Это позволяет существенно уменьшить число проходов техники по полю, что в свою очередь снижает повреждаемость рапса на 4-6%, особенно в стадии его созревания.

При использовании режимов мелкокапельного и ультрамалообъемного опрыскивания капли рабочей жидкости оседают на обрабатываемой полосе под действием силы тяжести. При размерах частиц от 100 до 300 мкм (эквивалент малообъемного опрыскивания) ширину захвата можно отрегулировать от 5 до 25 м, а при ультрамалообъемном (50-100 мкм) она может достигать 300 м и более. Применение ГАРД в этих режимах не имеет принципиальных отличий от широко известных вентиляторных опрыскивателей типа ОВТ, поэтому его можно применять и для обработки плодовых и ягодных культур, а также для дезинфекции и дезинсекции закрытых пространств – складов, животноводческих помещений, теплиц.

Режим аэрозоляции позволяет получить в зависимости от размеров частиц аэрозоль, медленно оседающий из облака в приземном слое на поверхность растений или тело насекомого. В этом случае лучше использовать остродействующие контактные инсектициды из групп ФОС или СП, позволяющие максимально увеличить ширину захвата. Инсектициды кишечного действия, фунгициды, регуляторы роста растений и микробиологические препараты для максимально эффективного покрытия растений используют с несколько большей дисперсностью – 20-30 микрон, что позволяет достаточно равномерно покрыть растения, причем не только с верхней стороны, но и в значительной мере с

нижней при ширине захвата 500-1000 м. На рисунках 4 и 5 представлена работа ГАРДа на полевой дороге и шоссе.

Экспериментальные исследования по оценке оседания частиц аэрозоля на поверхностях свидетельствуют, что даже на расстоянии 1000 м от линии пуска на листья оседает не менее 4 % препарата от его исходного количества (рис. 6). При этом, если на минимальном расстоянии (100 м) от линии пуска концентрация малатиона в смывах с верхней и нижней сторон листа отличалась почти в 2 раза, то уже через 300 м и далее количество осевшего препарата практически одинаково, что свидетельствует о негравитационном механизме оседания частиц аэрозоля (табл. 8).

Таблица 8

**Распределение препарата на рапсе при аэрозолизации
(мг/мл пробы)**

Сторона листа	Расстояние от линии пуска (м)			
	100	300	700	1000
Верхняя	0,5	0,08	0,04	0,02
Нижняя	0,3	0,073	0,04	0,02

Оптимизация размеров капель рабочей жидкости позволяет уменьшить расход пестицида, в значительной мере снижая неблагоприятное его действие на окружающую среду и полезную энтомофауну.

Аэрозольный способ, будучи высокопроизводительным и весьма эффективным, особенно в отношении летающих насекомых, тем не менее требует точного соблюдения режимов работы генератора и проведения ряда дополнительных операций в сравнении с обычным и даже мало- и УМО-опрыскиванием. Это, в свою очередь, приводит к необходимости высокой квалификации персонала, причем не только в части непосредственной работы со сложной техникой, но и в части оценки метеоусловий, рельефа местности и возможностей использования дорожной сети.

В течение ряда лет нами проводилось изучение возможности использования генератора аэрозольного регулируемой дисперсности ГАРД производства одноименной фирмы (г. Уфа) для

борьбы с вредителями ярового рапса, по результатам которого и составлены настоящие рекомендации.

Характеристика аэрозольного способа применения пестицидов

Аэрозоли – дисперсные системы, состоящие из твердых и/или жидких частиц, взвешенных в воздухе и имеющие средний размер не более 50 микрон. Основным способом получения аэрозолей – механическое разбиение потока рабочей жидкости с помощью специальных прецизионных форсунок. Такой аэрозоль называется «холодным туманом». Как и обычный туман, аэрозольное облако распространяется с помощью ветра, при этом оно формируется в приземном слое при определенных условиях. Для получения стабильного облака необходимо наличие главного условия – нисходящего потока воздуха, не позволяющего ему подняться выше определенной высоты. Это явление возникает при так называемой инверсии, когда температура воздуха у земли ниже, нежели на определенной высоте. Оптимальным считается разность температур воздуха на высоте 2 м в 1-2°С по сравнению с температурой на высоте 0,3-0,5 м. Чем больше разность температур, тем стабильнее облако тумана, создаваемое аэрозольным генератором и тем на большее расстояние оно способно переместиться без существенного рассеивания. Такие условия создаются обычно ясной летней ночью. По мере восхода солнца и нагрева земли туман рассеивается восходящими потоками, и частицы аэрозоля поднимаются вверх, испаряясь при этом и переходя из микрокапельной в газовую фазу. Именно поэтому применение как «холодного» тумана, так и полученного термическим (термомеханическим) способом в дневное (после восхода и до захода солнца) время не только неэффективно, но и бессмысленно.

Основными факторами эффективности аэрозоля являются размер частиц и характер их распределения на поверхностях, а также так называемый «импульс концентрации» – произведение концентрации частиц (г/см^3) на время их нахождения в конкретной точке (сек). Следовательно, чем меньше скорость движения воздуха и чем больше расход препарата/рабочего раствора, тем

выше импульс концентрации и, соответственно, продолжительность активного воздействия аэрозоля на целевой объект.

На открытых пространствах импульс концентрации для эффективного воздействия на целевой объект должен быть не ниже определенного значения, индивидуального не только для конкретного пестицида, но и состава рабочего раствора. Для повышения импульса концентрации часто используют добавки в рабочий раствор, например, прилипатели, эмульгаторы, соразработители.

Исходя из этих основных параметров, при аэрозолизации открытой местности следует оценивать требуемую ширину захвата (силу ветра и линейный расход рабочей жидкости) и импульс концентрации (размер частиц, концентрацию пестицида и минутный расход рабочей жидкости).

Виды препаратов для аэрозолизации

Рабочие растворы пестицидов, используемые для аэрозолизации, должны находиться в воздухе в виде частиц достаточное время для того, чтобы они успели эффективно подействовать на целевые объекты. Только таким путем можно накопить летальную дозу активнодействующего вещества. Для остродействующих инсектицидов этот срок составляет не менее 15-20 минут. Для препаратов системного действия время увеличивается до нескольких часов. Учитывая, что и вода, и активнодействующее вещество испаряются из микрокапель аэрозоля, для получения необходимого эффекта требуется максимально замедлить этот процесс. Для решения данной проблемы состав препаратов модифицируют вспомогательными компонентами, обеспечивающими длительное сохранение высокой концентрации пестицида вплоть до накопления летальной дозы за время прохождения аэрозольного облака. Этому условию удовлетворяют специально разработанные препаративные формы для ультрамалообъемного опрыскивания. Такие препараты разводят как водой, так и зачастую неводными растворителями, например, высокомолекулярными спиртами или минеральными (нефтяными) маслами типа солярового. В 60-70-е годы ряд препаратов для аэрозолизации представлял из себя растворы пестицидов в этилцеллозольве или

его смеси с техническими растительными маслами. Естественно, при этом следует учитывать и растворимость самого пестицида в масле. Наиболее хорошо растворяются в маслах синтетические пиретроиды, несколько хуже – фосфорорганические соединения. В настоящее время в качестве соразтворителей и эмульгаторов обычно применяют этилгексиловый эфир (Тренд-90). Фирма Байер запатентовала способ получения неводных растворов пестицидов с использованием в качестве добавки эфиров высших жирных кислот. Дополнительным преимуществом добавки масел в рабочую жидкость считается их высокое сродство и хорошая прилипаемость к восковому покрытию листьев рапса с последующим расплыванием капли на поверхности и быстрым проникновением внутрь растения. Особенно полезно это свойство масляных композиций при использовании системных препаратов. Кроме того, испаряемость масляных капель на порядок меньше испаряемости капель водных, что позволяет достаточно долго поддерживать необходимый импульс концентрации как в облаке, так и при их оседании на поверхности.

Перед обработкой следует экспериментально проверить качество эмульсии препарата в рабочем растворе, смешав его в предполагаемых пропорциях в небольшом количестве предполагаемого растворителя или воды. Если в течение 4-х часов существенных изменений во внешнем виде рабочего раствора не происходит, рабочий раствор (эмульсия) считается стойким и может использоваться для опрыскивания или аэрозолизации. Для предотвращения быстрого испарения воды из аэрозольных частиц режим работы оборудования должен предусматривать генерацию частиц рабочего раствора не менее 15 микрон. При использовании слабо испаряющихся чисто масляных рабочих растворов такого ограничения нет

Нашими исследованиями установлено, что добавление в водный рабочий раствор водонерастворимых масел, например, рапсового, в смеси с эмульгатором существенно увеличивает срок сохранения препаратов контактного действия на поверхности листьев. Так, композиция, содержащая масло: альфаметрин : эмульгатор в соотношении 10:1:1 при норме расхода рабочего раствора 100 л/га (мелкокапельное опрыскивание) и концентрации препарата 1 % через 7 дней после обработки сохранялась на

растениях рапса на 67,3 %, тогда как при использовании только альфаметрина без добавления масла (стандарт) обнаруживали лишь следовые количества действующего вещества. Через 2 недели концентрация альфаметрина в первом случае падала до 3,8 % от исходной, а в случае стандарта альфаметрин на растениях не обнаруживали даже в следовых количествах. Следует отметить, что причиной столь быстрого исчезновения препарата являлась высокая (от +25 до +35°С) температура в период наблюдений. Такая температура также существенно ускорила развитие личинок капустной моли и ее окукливание.

Из диаграммы (рис. 7) видно, что применение композиции с добавлением антииспарителя эффективно снижало численность личинок вредителя, в первую очередь за счет сохранения препарата на поедаемых поверхностях в течение как минимум недели после обработки.

Учитывая то, что большинство современных инсектицидов представляют собой концентраты на неводной основе, дополнительная добавка масел в рабочий раствор для аэрозолизации способствует увеличению срока их действия. При этом смешивание препарата с маслом и эмульгатором следует производить до их загрузки в бак для рабочего раствора. В качестве эмульгатора рекомендуется использование широко известных ОП и Неонол АФ, выпускаемых отечественной промышленностью.

Следует учитывать, что в жаркую погоду масляные композиции при попадании крупных капель на расстоянии до 30 м от линии пуска могут оказывать фитотоксическое действие на растения, способствуя отслоению эпидермиса листа в месте контакта капли с его поверхностью (рис. 8). В дальнейший период вегетации растения восстанавливают ассимиляционные способности листьев.

Общие требования к препаратам для аэрозолизации

1. Вязкость неводного рабочего раствора – не более $2,0 \cdot 10^{-3}$ Па·с при 20° С;
2. Отсутствие механических примесей;
3. Препараты заводского изготовления должны быть однородными. При наличии расслоения или отстоя следует перед

приготовлением рабочего раствора интенсивно их перемешать до однородного состояния;

4. Препараты должны хорошо прилипать к листьям растений и иметь малую летучесть. Для повышения этих свойств можно использовать эмульгаторы и прилипатели как заводского изготовления (Тренд-90), так и композицию на основе масел с обязательной добавкой эмульгатора.

Подготовка и проведение аэрозольных работ

Схема обработок составляется на основе анализа преобладающего направления ветров и с учетом имеющейся дорожной сети. В общем случае подбирается маршрут перпендикулярно направлению ветра. Максимально возможное отклонение от перпендикуляра – не более 45° . При этом должны быть учтены возможные изменения направления ветра. Весь маршрут проверяют на наличие неудобных участков и рассчитывают предполагаемую скорость движения. Особенности аэрозольного облака являются застаивание его в низинах и «стекание» в пойму рек и ручьев, по которым оно может медленно перемещаться даже под большим углом к основному ветру. Кроме того, зачастую наблюдается эффект «затягивания» облака в залесенные участки обрабатываемой территории, причем на расстоянии 200-300 м от леса локальные воздушные потоки могут быть противоположны основному направлению ветра. Иногда этот эффект можно использовать для повышения качества обработки.

На схеме обработки такие участки отмечают отдельно. При проведении работ от хозяйства обязательно наличие сопровождающего, хорошо знающего местность.

Подлежащее обработке поле размеряется максимально близко к прямоугольнику или трапеции со сторонами «по ветру» и «перпендикулярно ветру». При обработках больших площадей сложной конфигурации возможно разбиение площади поля на отдельные участки с предполагаемой шириной захвата не более 1 км. В этом случае максимально используют пути проезда и дороги внутри массива. При обработке небольших площадей ширина захвата определяется протяженностью поля в направлении

«по ветру». При обработке полей, прилегающих к лесу, необходимо учитывать эффект «затягивания» аэрозоля в лесной массив.

Технология проведения аэрозольной обработки

Исходным показателем, определяющим эффективность обработки, является эффективная ширина захвата, то есть расстояние от линии хода аэрозольного генератора до границы распространения аэрозольного облака, на которой эффективность становится ниже требуемой. Именно она определяет остальные требования к конкретной обработке в конкретных условиях. Величина эффективной ширины захвата зависит от среднего размера капель аэрозоля, линейного расхода препарата и силы ветра.

Средний размер капель при создании аэрозоля определяется соотношением минутного расхода рабочей жидкости и потока воздуха, следовательно, при постоянном его потоке размер капель определяется скоростью подачи рабочего раствора в распыливающую форсунку, то есть производительностью насоса (расходом жидкости л/мин).

При использовании аэрозольных генераторов серии ГАРД минутный расход рабочего раствора от 1 до 5 л обеспечивает размеры капель до 15 микрон, при расходе 10-20 л/мин – размеры капель составят 20 и более микрон. Линейный расход препарата рассчитывается исходя из регламентов его применения в соответствии с Государственным списком пестицидов и агрохимикатов, разрешенных для применения на территории Российской Федерации по формуле:

$$P_{\text{лин.}} = H \cdot Ш / 10000, \text{ где}$$

$P_{\text{лин}}$ – линейный расход препарата, кг/м пути;

H – норма расхода препарата, кг(л)/га;

$Ш$ – эффективная ширина захвата, м.

Поскольку препарат применяется в виде рабочей жидкости, разведенной с растворителем, необходимо использовать следующую формулу:

$$P_{\text{жид}} = 100 P_{\text{лин}} / C, \text{ где}$$

$R_{\text{жид}}$ – линейный расход рабочей жидкости, л/м;

$R_{\text{лин}}$ – линейный расход препарата, г/м пути;

C – концентрация препарата в рабочей жидкости, г/л.

Поскольку для необходимого размера капель минутный расход рабочей жидкости задается заранее производительностью насоса, линейный расход можно регулировать скоростью движения генератора и концентрацией препарата в рабочем растворе. При этом, поскольку рабочий раствор готовится заранее, фактически линейный расход рабочей жидкости определяется только скоростью движения аппарата и производительностью насоса.

$$R_{\text{жид}} = R_{\text{мин}} \cdot 60/V, \text{ где}$$

$R_{\text{жид}}$ – линейный расход рабочей жидкости, л/м;

$R_{\text{мин}}$ – минутный расход рабочей жидкости, л/мин;

V – скорость движения, км/час.

Для каждого аэрозольного генератора после калибровки на заводе составляется вспомогательная таблица, прилагаемая к инструкции по применению.

Исходя из всего вышеизложенного, практическое применение того или иного препарата определяется следующими требованиями:

– эффективная ширина захвата – в зависимости от культуры и целевого объекта;

– средний размер частиц аэрозоля – в зависимости от назначения препарата (инсектицид/фунгицид/контактный/системный);

– линейный расход препарата – исходя из нормы расхода на га;

– минутный расход рабочей жидкости, концентрация рабочей жидкости и скорость движения генератора – по вышеприведенным формулам.

В качестве примера можно привести обработку рапсовых полей в одном из хозяйств Юргинского района.

На рисунке 9 представлена схема обработок рапсовых полей с учетом направления ветра. Фаза развития культуры – 2-4 листья. Общая площадь – 375 га. Начало обработки – 22 часа. Ветер юго-западный 1-3 м/сек. Поле разбито на 5 участков различной ширины. Расчет производится по каждому участку отдельно с последующим суммированием.

Препарат – Фуфанон 57 % ЭК с добавлением прилипателя и эмульгатора. Поскольку инсектицид контактного действия, размер капель аэрозоля – 5-20 микрон, Норма расхода в соответствии с «Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов...» – 1,0 л препарата (0,57 л/ га по АДВ) на га, что составляет 372 литров препарата на всю площадь обработки. Загрузка бака генератора – 900 л воды, 38 л эмульгатора, 372 л препарата и 350 л прилипателя. Таким образом, концентрация рабочей жидкости в баке составляет 22,5 % по препарату (0,13 % по АДВ), или 225 мл на 1 л рабочего раствора.

Расчет режимов работы генератора

1. Аэрозоль с размером капель 5-20 мкм получаем при полном расходе воздуха и минутном расходе рабочей жидкости 3-20 л/мин. Для получения максимальной эффективности разбиваем поле на участки прямоугольной формы и, регулируя минутный расход рабочей жидкости, определяем скорость движения с учетом качества дороги.

2. Определяем линейный расход препарата на каждом из участков по норме расхода на га и величине ширины захвата по приведенной выше формуле. Биологический смысл минимального линейного расхода рабочего раствора заключается в том, что целевые объекты не будут набирать летальную дозу даже вблизи линии хода генератора, если линейный расход будет ниже критической величины. В результате может происходить не постепенное снижение эффективной ширины захвата при уменьшении линейного расхода, а качественный скачок в уровне биологической активности, когда она падает до нуля, и обработка становится неэффективной. Следовательно, переходить этот показатель в сторону уменьшения нельзя, и при обработке узких массивов неизбежен перерасход препаратов. Расчет нормы расхода препарата на гектар производится делением количества израсходованного препарата на обработанную площадь.

Норма расхода препарата – 1 л/га. Разведение препарата 0,225 л/л рабочего раствора. Расход рабочего раствора – 4 л/га.

Участок 1. Длина участка 600 м, ширина – 300 м, площадь 18 га.

Общий расход рабочего раствора – 72 л. При минутной производительности насоса генератора 5 л/мин длительность движения генератора по участку – около 15 минут, а скорость движения – 4,0 км/час. Движение вдоль леса с пуском аэрозоля по ветру.

Участок 2. Длина участка 400 м, ширина 400 м, площадь – 16 га.

Общий расход рабочего раствора – 64 л. При минутной производительности насоса генератора 10 л/мин длительность движения генератора по участку – около 6 минут, а скорость движения – 5,3 км/час. Движение вдоль леса с пуском аэрозоля по ветру.

Участок 3. Состоит из двух участков общей длиной 900 м, а шириной не более 100 м. Общая площадь – 9 га.

Общий расход рабочего раствора – 36 л. При минутной производительности насоса генератора 10 л/мин длительность движения генератора по участку – около 3,5 минут, а скорость движения – 6 км/час. Движение по дороге с пуском аэрозоля в сторону леса. Из-за небольшой ширины участка происходит «затягивание» аэрозоля в лес, несмотря на противоположное общее направление ветра.

Участок 4. Длина 1,4 км, ширина от 0,7 до 1,3 км. Общая площадь – 135 га.

Общий расход рабочего раствора – 540 л. При минутной производительности насоса генератора 20 л/мин длительность движения генератора по участку – около 27 минут, а скорость движения – 3,1 км/час. Движение по полевым дорогам с пуском аэрозоля по направлению ветра.

Участок 5. Длина 1,5 км, ширина 1,3 км. Общая площадь – 200 га.

Общий расход рабочего раствора – 800 л. При минутной производительности насоса генератора 30 л/мин длительность движения генератора по участку – около 33 минут, а скорость движения – 2,5 км/час. Движение по полевым дорогам с пуском аэрозоля по направлению ветра.

Итого, общий расход рабочего раствора – 1550 литров.

Эффективная ширина захвата должна составить не менее 1 км.

Эффективность аэрозольной обработки подтверждается данными учетов бабочек капустной моли на липкие ловушки,

установленные на опытных полях. Если за период с 21 по 29 мая (неделя до обработки) на одну ловушку было в среднем отловлено 8,8 бабочек, то при учете 7.06.2020 г. (неделя после обработки) на одну ловушку приходилось в среднем только 0,25 особей, что свидетельствует о 97 % эффективности аэрозоляции. На фотографиях опытного и контрольного участков, сделанных через 2 недели после аэрозольной обработки (рис. 10), хорошо видно, что поврежденность растений гусеницами капустной моли на опытном поле значительно ниже.

При работе в режиме мелкокапельного опрыскивания установка ГАРД обеспечивает ширину обрабатываемой полосы 25 м, высоту выброса – 20 м, размер капель – 100-200 мкм, расход рабочей жидкости – 100-300 л/га. Чтобы выдерживать заданную норму расхода рабочей жидкости на гектар исходя из эффективной ширины захвата, в пределах которой капли оседают достаточно равномерно, производится регулировка аппаратуры на определенный расход жидкости в минуту, который ничем не отличается от регулировки подачи рабочей жидкости при аэрозольном применении ГАРДа.

При использовании растворов препаратов в дизельном топливе смешивание может производиться непосредственно в растворном баке генератора, для чего в бак для рабочей жидкости заливается половина требуемого количества дизельного топлива, затем необходимое количество препарата и после добавления оставшейся части дизельного топлива компоненты тщательно перемешиваются. При приготовлении водно-масляных эмульсий, суспензий, масляно-дисперсионных концентратов необходимо использование эмульгаторов. Заправка осуществляется с помощью насоса. Концентрация инсектицида в рабочей жидкости может достигать 100 % по препарату в зависимости от расчетных параметров и режимов обработки,

Опрыскивание выполняют при сухой, теплой (5-25°C) и тихой (скорость ветра до 3 м/сек) погоде. Непосредственно перед началом работ и в процессе обработки, так же, как и при аэрозольных обработках, необходимо постоянно контролировать температуру воздуха, направление и скорость ветра. Нельзя проводить опрыскивание во время дождя, по мокрым листьям, а также при выпадении осадков ранее, чем через 4-6 часов после

обработки. Оптимальным временем для опрыскивания являются утренние часы сразу после схода росы и вечерние до момента ее выпадения. В пасмурную погоду работа может проводиться и в дневное время.

При проведении опрыскивания следует максимально избегать сноса на лесные массивы и другие нецелевые территории. Необходимо постоянно контролировать норму расхода рабочей жидкости, равномерность выброса, работу перемешивающего устройства. При ширине трассы, значительно превышающей ширину захвата при опрыскивании, обработку следует проводить с перекрытием площади опрыскивания предыдущего захода на ширину до 15-20 % от ширины захвата, количество заходов определяется на месте.

Меры безопасности

Аэрозольные генераторы являются источником повышенной опасности и требуют высокой квалификации и ответственности операторов. Кроме повышенной пожарной опасности, работа с пестицидами представляет опасность как для окружающей среды, так и для непосредственных исполнителей обработки.

При подготовке и проведении аэрозольных обработок с использованием пестицидов должны быть обеспечены и соблюдаться все меры общественной и личной безопасности, предусмотренные действующим законодательством. Особенностью использования аэрозольной техники является зачастую прерывистый и ночной график работ, работа в выходные дни. Для предотвращения конфликтов с Трудовым кодексом рекомендуется составление специального положения, согласованного с органами трудового надзора и являющегося приложением к трудовому договору. Перед сезоном агрохимических работ следует провести медицинский осмотр. Инструктаж по технике безопасности как при работе на генераторе, так и при использовании пестицидов является обязательным требованием. Обязательным является и отражение данных по текущему инструктажу в нарядах на выполнение работ.

Для предупреждения случаев контакта населения и домашних животных с объектами, содержащими остатки пестицидов, необходимо площади, подлежащие химической обработке, и сроки работ согласовывать с местными исполнительными органами власти. Санитарно-защитная зона при аэрозольных обработках определяется степенью опасности пестицида, линейным расходом препарата, скоростью ветра и размером капель и не должна быть менее 500 м от поселений, жилых зданий и рыбохозяйственных водоемов.

К работе с инсектицидами допускаются лица, предварительно прошедшие медицинский осмотр, инструктаж по технике безопасности работы с инсектицидами и оказанию первой помощи при несчастных случаях и получившие письменное разрешение руководителя хозяйства или лица, ответственного за технику безопасности проведения обработок, на право работы с инсектицидами.

Все лица, работающие с инсектицидами, обязаны пользоваться спецодеждой и индивидуальными защитными средствами, противогазами и респираторами РУ-60МА или РПГ-67 с патроном марки «А» и противоаэрозольными фильтрами. При всех работах с инсектицидами рабочие должны находиться с наветренной стороны. Для снижения уровня шума следует использовать беруши.

На практике для связи между оператором генератора, водителем и организатором работ рекомендуется обеспечение их радиосвязью.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИПКИХ ЛОВУШЕК ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЧИСЛЕННОСТИ БАБОЧЕК КАПУСТНОЙ МОЛИ

Защита ярового рапса от широко распространенного и крайне опасного вредителя капустной моли *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) обязательно предусматривает учеты ее численности как для изучения фенологии и динамики численности вредителей, так и для определения эффективности защитных мероприятий. При этом учеты численности гусениц, начиная со 2-го возраста, не представляют особой сложности и производятся стандартным методом путем подсчета личинок на растениях. При достижении численности гусениц экономического порога вредоносности (ЭПВ) агроном принимает решение о проведении тех или иных защитных мероприятий. Куда более сложной является задача оценки численности бабочек капустной моли. Связано это с тем, что стандартным методом учета является подсчет бабочек на учетном маршруте с использованием сачка. Производится он путем подсчета отловленных бабочек вне зависимости от пола. Критическим значением считается численность бабочек не более 30 особей на 100 взмахов сачком. Этот метод довольно трудоемок и достаточно капризен. Учеты должны проводиться в одно и то же время вне зависимости от погодных условий и состояния растительности. Дальнейшее обездвигивание бабочек и их подсчет требует навыка, некоторого дополнительного оборудования и далеко не всегда привлекателен для практического агронома.

В то же время известен метод отлова летающих вредителей на цветочные липкие ловушки, широко используемый в защите растений. Наиболее эффективно и широко этот метод применяется в тепличном растениеводстве, лесном хозяйстве и плодоводстве. Обычно используют стандартные липкие клеевые ловушки, помещаемые в картонный «домик», которые развешивают на учетных точках. Метод прост и достаточно эффективен, однако и у него есть свои недостатки. Так, для полевых культур это сложность размещения на поле, необходимость извлечения

липкой полосы из «домика» и фиксация результатов отлова с интервалом 1-2 недели. Более частые наблюдения приводят к существенному расходу ловушек.

В то же время известен способ отлова летающих насекомых на цветочные липкие ловушки и ловушки с использованием полового феромона.

Впервые химический состав половых гормонов насекомых был исследован в 1959 г., и с тех пор синтезировано достаточно большое количество разнообразных феромонов. При этом существуют как неспецифические половые феромоны, которые имеют общую химическую структуру и привлекают достаточно широкий диапазон близких видов насекомых, например, феромоны чешуекрылых или древоотцов, так и специфические феромоны, присущие конкретному виду насекомых. Ранее изучение возможности применения половых феромонов для учета численности бабочек капустной моли проводили С.А. Семеренко и Н.А. Бушнева, которые продемонстрировали принципиальную возможность использования этого метода на посевах ярового рапса в условиях Краснодарского края. В результате исследований установлено, что этот метод удобен для оценки динамики численности вредителя и не зависит от расположения ловушек на поле. Аналогичные исследовательские работы проводили сотрудники ВНИИЗР и АО «Щелково-Агрохим» с использованием смесевой композиции половых гормонов на основе цис-11-гексадеценаля и его производных.

Для растений ярового рапса наиболее вредоносно первое и второе поколение капустной моли. Визуальные наблюдения за сроком появления и количеством часто приводят к ошибкам из-за того, что начало лёта вредителей сильно зависит от погодных условий, и распределение насекомых в посевах происходит неравномерно. Поэтому только использование феромонных ловушек является надежным, современным и удобным для сельскохозяйственного производителя решением, позволяющим избежать указанных ошибок и держать под контролем момент появления вредителя и его численность. Также интерес представляет изучение сравнительной уловистости клеевых ловушек с использованием разных типов феромонов и минимизацией трудоемкости способов оценки численности вредителя.

Изучение липких ловушек с феромонами проводили в трех вариантах в двух повторностях каждый, устанавливая их в посевах ярового рапса, расположенного на полях ГАУ Северного Зауралья. Полный срок наблюдений – 24.05.21-03.08.21.

Ловушки представляют из себя стандартные клеевые картонные водостойкие желтого цвета панели площадью 250 см², используемые для отлова летающих насекомых в теплицах. Панели фиксируются к трубе или деревянному колышку, который устанавливают среди растений. В центре клейкой ловушки помещается диспенсер с соответствующим феромоном (рис. 11).

В опытах использовали диспенсеры на основе феромонных препаратов, синтезированных лабораторией феромонов ВНИИ биологической защиты растений (г. Краснодар).

Использовали ловушки со специфическим феромоном для капустной моли *Plutella xylostella (maculipennis)*, ловушки с комплексной феромонной композицией для чешуекрылых и ловушки без феромонов. Каждую ловушку устанавливали на расстоянии не ближе 20 м друг от друга. Активность феромонов для фитофагов в посевах ярового рапса изучали по методикам в изложении В.Я. Исмаилова.

Смену клеевой основы на учетных точках производили раз в две недели, смену диспенсеров на свежие – раз в месяц, т.к. феромон сохраняет свои свойства на протяжении не менее месяца.

Учеты численности вредителей проводили в полдень путем их фиксации на цифровую камеру сотового телефона с матрицей 12 МПк с фокусным расстоянием 5,58 мм и диафрагмой 1,8, размер снимка – до 3,7 Мб. Все фотографии в дальнейшем обрабатывали путем подсчёта бабочек на каждый учетный срок. Одновременно проводили учет летающих бабочек на 100 взмахов сачком.

Для оценки возможности применения этой методики в полевых условиях практическим агрономом в период с 11.06.2021 г. по 01.07.2021 г. был поставлен аналогичный опыт на поле ООО «Юбилейный» (г. Ишим). В этом случае было установлено 3 ловушки без феромона и 3 ловушки с феромоном капустной моли. Ловушки устанавливались по той же системе, учеты производились аналогично с последующей пересылкой файлов для подсчета насекомых.

Климатические особенности 2020-2021 гг. (неблагоприятная холодная мокрая осень, малоснежная зима и длительная весенняя засуха) резко снизили численность бабочек капустной моли из-за массовой гибели куколок. Поэтому общая численность вредителя на посевах рапса была невелика, и при учетах на 100 взмахов сачком попадались лишь случайные экземпляры.

Средняя уловистость бабочек за 1 учет за весь период наблюдений составила 1,33 особи на учет на чистых ловушках, 2,56 особей на ловушках с неспецифическим феромоном и 3,67 особи на ловушках с феромоном капустной моли.

В первую половину вегетационного периода в посевах ярового рапса летали бабочки капустной моли 1 и 2-й генераций. В период с 24.05.2021 г. по 25.06.2021 г. обнаружено в среднем 7 особей на ловушку со специфическим феромоном капустной моли, 12 молей – в ловушке с комплексной феромонной композицией и 6 молей – в ловушке без феромонов. С 25.06.2021 г. отлов моли интенсивнее проходил в ловушках с диспенсером, пропитанным феромонами капустной моли. В период с 25.06.2021 г. по 27.07.2021 г. в ловушке со специфическим феромоном в среднем находилось 20 молей, в ловушке с комплексной феромонной композицией – 9, а в ловушке без феромонов – 6.

На рисунке 11 представлены диаграммы численности бабочек капустной моли в течение всего периода учетов (эмпирические данные сглажены линейной фильтрацией по 2-м соседним точкам). На графиках хорошо прослеживается весенний лет бабочек, растянутый за счет поздних и крайне угнетенных всходов рапса; выплод бабочек первого поколения (1 декада июня) и лет бабочек второго (1 декада июля) и третьего (конец июля-начало августа). При этом общая уловистость ловушек со специфическим феромоном была существенно выше, нежели ловушек с другими вариантами. Итоговая численность отловленных за весь период наблюдений насекомых на ловушках с диспенсером, пропитанным феромонами капустной моли, составила 66 шт. к концу опыта. Чуть менее эффективны оказались диспенсеры с неспецифическим феромоном чешуекрылых – 44 шт. Желтые цветковые ловушки без использования феромонов были в 2-2,5 раза менее уловисты – 24 особи.

Наиболее эффективен этот метод учета в первой половине вегетационного периода – до фазы цветения. В дальнейшем чувствительность метода падает и уловистость всех вариантов становится близкой, что связано со слабым движением воздуха внутри стеблестоя и, соответственно, существенным уменьшением зоны распространения феромонов. Фактически в этот период и позднее бабочки попадают на ловушки чисто случайно. Таким образом, оптимальные сроки применения метода липких ловушек с феромоном капустной моли – от всходов до цветения ярового рапса.

Метод полевой фотографии ловушек с последующим подсчетом отловленных насекомых в камеральных условиях оказался очень удобным способом фиксации результатов наблюдений. Попарное сравнение фотографий, снятых с одного ракурса при использовании графического редактора MS Office позволяет быстро и эффективно обнаружить появление вновь пойманных насекомых (рис. 12). Этот методологический подход блестяще подтвердился в опыте с передачей и последующим анализом фотографий с ловушками, установленными на отдаленном поле. Представляется перспективным выяснение коэффициента пересчета численности бабочек капустной моли со стандартного метода учета сачком на предлагаемый с последующим внесением рекомендаций в официальные документы.

Методика учета численности вредителей с использованием фотофиксации и последующим сравнительным анализом фотографий позволяет существенно упростить и снизить трудоемкость фитосанитарных наблюдений за численностью вредителя. Данный метод можно использовать и при фитосанитарных учетах других видов летающих насекомых.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАКОВЫХ СМЕСЕЙ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАПСА ОТ КАПУСТНОЙ МОЛИ

Наиболее распространенным и вредоносным вредителем ярового рапса в зоне подтайги является капустная моль *Plutella xylostella* L. Небольшая бабочка светло-бурого цвета с размахом крыльев 14-17 мм, длиной 5-6 мм. Крылья узкие, задние – более светлые с широкой бахромой. Самка откладывает от 80 до 300 яиц на нижнюю сторону листьев группами или поодиночке. Яйца развиваются в течение недели. После выплода гусеница зеленого цвета минирует листья и только на 5-й день выползает на их поверхность. Гусеницы интенсивно питаются, выгрызая сначала отверстия, а затем эпидермис с нижней стороны листьев, формируя прозрачные оконца. Линяют 3-4 раза с интервалом 2-3 дня. После интенсивного откорма окукливаются в кокончиках на нижней стороне листьев, стеблях, в пазухах листа. Длительность кукольного периода – до 40 дней. В нашей зоне дают не менее двух поколений, в благоприятных условиях – 3-х. Зимуют в фазе куколки на растительных остатках и сорных растениях. Сумма эффективных температур для полного цикла развития моли составляет 390-416°C. Нижний температурный порог развития яиц – 8°C, гусениц – 5,4°C, куколок – 9°C. Поскольку откладка яиц бабочками происходит неравномерно, сильно растянут и выплод гусениц. Зачастую на рапсе можно одновременно встретить бабочек как первого, так и второго поколений.

Лет бабочек начинается в начале – середине мая, обычно в вечернее и ночное время. Летают недалеко, но легко переносятся ветром на расстояние нескольких километров.

Сами бабочки питаются нектаром цветков крестоцветных, в том числе и диких сорных растений.

В настоящее время являются, пожалуй, самым опасным вредителем рапса. При высокой численности, достигающей до 20-40 гусениц на растение, уничтожают практически полностью посевы масличных культур: рапса, сурепицы, горчицы. ЭПВ – 2-3 гусеницы на растение при заселении не менее 10 % посевов. Период наибольшей вредоносности – третий-пятый настоящие листья.

Основным способом борьбы с личинками капустной моли является использование химических средств защиты растений из различных групп – ФОС, СП, неоникотиноиды, фенилпирразолы, а также препараты на основе регуляторов развития (дифлубензурон) и продуктов микробиологического синтеза (Vt-токсин). В последние годы начали использовать смесевые композиции, проявляющие, кроме контактного, еще и системное действие.

Тем не менее, особенности биологии капустной моли и, в частности, длительный период откладки яиц, высокая чувствительность к температурному фактору и растянутые сроки генерации зачастую приводят к быстрому снижению активности АДВ в отношении гусениц моли, что требует многократных повторных обработок. Дополнительным фактором, снижающим активность инсектицидов, является низкая чувствительность гусениц старших возрастов к ним.

Одним из способов решения этой проблемы является использование препаратов – регуляторов развития и использование в качестве средств борьбы биологического метода, в первую очередь энтомопатогенных грибов.

Еще Мечников И.И. в 1879 году проводил экспериментальное заражение насекомых энтомопатогенным грибом *Entomophthora anisopliae*, который был выделен из трупов жуков. Также им была разработана первая заводская установка для производства гриба. Биоэнтومологическая станция, на которой нарабатывали биоматериал, проводились исследования возбудителей болезней насекомых, изучалось влияние экологических факторов на возникновение и протекание инфекций, проработала 25 лет (1883-1908 гг.). Производство препарата на основе *Metarhizium anisopliae*, предложенного Мечниковым, было прекращено в начале 20 века, и с тех пор до недавнего времени в России не было энтомопатогенных препаратов на основе этого гриба.

Несколько больше повезло грибам рода *Beauveria* и, в частности – *Beauveria bassiana*. Еще в СССР производили препарат Боверин (штамм ВВ1) для борьбы с преимагинальными стадиями насекомых, в первую очередь – вредителей плодовых и тепличных растений.

В настоящее время общепризнано, что использование микробиологических препаратов на основе энтомопатогенных грибов является неплохим профилактическим способом снижения численности вредителей следующих поколений. Учитывая, что капустная моль в условиях подтаежной и северной лесостепной зон Тюменской области гарантированно дает не менее двух поколений в сезон, использование таких препаратов хотя и не вызывает немедленного инсектицидного эффекта, тем не менее, существенно снижает потенциальную вредоносность насекомых во второй половине вегетации, равно как и на следующий год. В этом отношении интересны данные международной группы исследователей под руководством В. Ю. Крюкова с соавт., которые отмечают, что и мускардина (метаризиум) и боверия проявляют достаточно высокую эффективность в отношении личинок насекомых. При этом доказана более высокая острота действия Боверии в условиях повышенной увлажненности, что характерно для подтаежной зоны Тюменской области.

Следует отметить, что в отличие от препаратов химического синтеза, микробиологические типа Боверина куда как более чувствительны к метеоусловиям и физиологическому состоянию вредителя. К вероятным причинам досадных неудач при получении и использовании грибковых препаратов следует отнести и недооценку изменчивости/стабильности штаммов и отсутствие надежных способов увеличения биологического потенциала гриба путем усиления вирулентности и преодоления отрицательного влияния факторов окружающей среды. Представляется наиболее эффективным комплексное использование таких средств в виде баковых смесей или последовательного применения с классическими препаратами химического или микробиологического синтеза, например, Bt-токсином. Там не менее, в настоящее время публикации о применении Боверина или его аналогов на рапсе, в том числе яровом, как в чистом виде, так в баковых смесях на территории РФ отсутствуют.

В настоящее время в РФ несколько фирм производят препараты на основе энтомопатогенных грибов различных видов и штаммов: Биоверт (актиномицет *Akanthomyces lecanii*), Метаризин (Метаризиум), Биостоп (смесь Bt -токсина, стрептомицета и

культуры Боверии) и Биоэлементс (Vt-токсин+Боверия), Био-слип БВ (Боверия). При этом далеко не все препараты официально зарегистрированы в РФ и уж тем более для борьбы с гусеницами капустной моли на яровом рапсе.

Экспериментальные исследования проводили на опытных участках ГАУ Северного Зауралья (г. Тюмень) площадью 500 кв. м и 100 кв. м, а также на опытном поле площадью 37 га (Юргинский район) на яровом рапсе путем опрыскивания посевов в стадии 4-6 настоящих листьев.

В опытах использовали препараты БиоСлип и Биоэлементс (не зарегистрированы в РФ на рапсе). В контроле растения обрабатывали чистой водой. Норма расхода рабочей жидкости во всех опытах – 200 л/га.

Биоэлементс представляет собой сухой водорастворимый концентрат, содержащий смесь БТ-токсина и культуры грибов *Beauveria bassiana* с добавлением микроэлементов в хелатной форме производства фирмы ООО «Биоэлементс-Агро».

Препарат БиоСлип БВ – бластоспоры штамма *Beauveria bassiana* (титр не менее 1×10^8 КОЕ/мл) производства фирмы ООО «Бионоватик».

В качестве стандарта применяли рабочий раствор эмульгирующегося концентрата альфаметрина в регламентированных нормах расхода против капустной моли на рапсе.

Учеты эффективности проводили путем подсчета насекомых всех стадий развития бабочки на 25 растениях, взятых случайным образом с последующим пересчетом на 100 растений. Учеты производили с интервалом 7 дней (в полевом опыте – 14 дней) с момента обработки до начала уборки рапса.

Оценку эффективности производили по численности разных стадий развития бабочки в опыте, контроле и стандарте вне зависимости от генерации. Дополнительно в опыте 2020 г. определяли соотношение закончивших цикл развития бабочек (пустые кокончики) и погибших куколок.

В полевом опыте 2020 г. в связи с отсутствием контрольного участка оценку эффективности производили в сравнении с эффективностью традиционно применяемых препаратов по схеме, запланированной агрономом хозяйства.

Результаты мелкоделяночных опытов

Как уже упоминалось ранее, предварительный мелкоделяночный опыт был заложен на опытном поле ярового рапса ГАУ Северного Зауралья в период 4-6 настоящего листа. К этому моменту (6.07) первое поколение бабочек находилось в основном на стадии 3-4 возраста и в некоторой части – куколок. Учеты на контрольном участке начали несколько раньше (17.06) с целью определения динамики численности и контроля фенофаз развития вредителя.

В таблице 9 представлены значения заселенности (%) и средней численности всех стадий насекомых на растениях.

Таблица 9

Заселенность растений и средняя численность насекомых на них

Дата учета	Заселенность (%)			Численность (особей на 100 растений)		
	Контроль	Альфа-метрин	Биоэлементс	Контроль	Альфа-метрин	Биоэлементс
17.06	74			19		
18.06	84			246		
22.06	74			169		
29.06	100			432		
07.07	96	100	96	636	716	532
14.07	100	100	88	636	476	332
20.07	96	100	100	64	156	28

Из таблицы видно, что заселенность всех растений во всех вариантах была близка к 100%, при этом максимальная численность наблюдалась в последней декаде июня – первой декаде июля, что связано с наложением поздних стадий развития 1-го поколения и выплодом гусениц первого возраста 2-го поколения. При этом численность насекомых в 1,5-3 раза превышала порог экономической вредоносности (2-3 гусеницы на растение). Во второй половине июля количество живых вредителей на растениях существенно уменьшалось во всех вариантах, причем в стандарте темп и уровень снижения численности гусениц и куколок оказался даже несколько меньше, чем в контроле. В опыте

через 3 недели после обработки численность старших возрастов вредителя уменьшилась до уровня ниже ЭПВ, причем численность вредителей в опыте с биопрепаратом была в 2,3 раза меньше чем в контроле.

В таблице 10 представлены результаты изучения эффективности препаратов в % от численности в контроле на соответствующую дату учета.

Таблица 10

Эффективность препаратов альфаметрин и Биоэлемента в опыте (% от контроля)

Дата учета	Альфаметрин	Биоэлементс
29.06	-12,57	16,3522
07.07	25,152	47,7987
14.07	-143,75	56,25

Как видно из представленных данных, в стандарте, несмотря на обработку, численность живых гусениц увеличилась, в первую очередь за счет нарастания выхода личинок 1 возраста на поверхность листьев. Через неделю после обработки эффективность альфаметрина составила 25 %, что явно недостаточно для получения надежной защиты. Еще через неделю численность гусениц возросла настолько, что почти в полтора раза превысила исходную. Таким образом, можно констатировать, что однократное применение препарата альфаметрин в период массового выноса гусениц капустной моли оказывает слабый и краткосрочный эффект. Низкой эффективности средства, возможно, способствовала и жаркая, влажная погода, уменьшающая биологическую активность пиретроида. Совершенно другая картина наблюдается в опыте. Эффективность биопрепарата через три недели после обработки составила 56 %, причем гибель насекомых шла по нарастающей. Учитывая погоду и то, что токсины (как и синтетические препараты) с течением времени разлагаются и снижают активность, логично предположить, что основную роль в повышении эффективности сыграло прорастание спор грибка и массовое заражение гусениц 2-го и старше возрастов с развитием мицелия.

При обследовании опытных растений наблюдали многочисленных погибших гусениц, покрытых мицелием гриба, а также куколок с уже сформировавшимися, но погибшими бабочками.

В качестве побочного эффекта визуально установлено, что опытный участок имел несколько большую зеленую массу растений, что, вероятно, связано с влиянием микроэлементов в составе испытывавшегося препарата.

Учитывая полученные результаты и необходимость исключения влияния воздействия БТ-токсина на гибель вредителя, в сезон 2020 г. эксперименты выполняли не только с Биоэлементс, но и с чистой споровой культурой гриба Боверия бассиана (препарат БиоСлип). Опыты проводили на участке ярового рапса площадью 100 кв. м на опытном поле ГАУ Северного Зауралья по аналогичной схеме.

В то же время была несколько изменена схема учета. В частности, учет производили не только по критерию общей численности, но и по группам «личинки 2-го и более старших возрастов», «куколки живые», «куколки погибшие» и «кокончики пустые», что позволило оценить эффективность препаратов по отношению к насекомым, погибшим в фазе куколки, к общей численности окуклившихся гусениц и вылетевших/живых бабочек.

Результаты эксперимента представлены в таблице 11, из которой видно, что в сезон 2020 г. как заселенность растений, так и численность живых насекомых на них была существенно ниже, чем ранее.

Таблица 11

Заселенность растений и средняя численность насекомых на них (2020 г.)

Заселенность (%)				Численность (особей на 100 растений)		
Дата учета	Контроль	Био-Слип	Биоэлементс	Контроль	Био-Слип	Биоэлементс
12.07.20				80	56	36
19.07.20				76	60	72
26.07.20	56	68	56	72	120	88
02.08.20	36	48	40	72	96	44
09.08.20	56	44	56	116	76	84
21.08.20	32	48	32	48	80	48
31.08.20	36	36	32	48	60	44

Эффективность препаратов была несколько ниже, чем в чем в предыдущих опытах, однако явно видна большая эффективность Биоэлемента в сравнении с БиоСлипом как по остроте действия, так и по более отдаленным последствиям.

Таблица 12

Эффективность препаратов БиоСлип и Биоэлементс в опыте (% от контроля)

Дата учета	БиоСлип	Биоэлементс
12.07.2020	30,00%	78,57%
19.07.2020	21,05%	6,67%
26.07.2020	-66,67%	-13,33%
02.08.2020	-33,33%	29,17%
09.08.2020	34,48%	42,11%
21.08.2020	-66,67%	0,00%
31.08.2020	-25,00%	6,67%

Тем не менее, по мере увеличения срока наблюдений доля погибших насекомых постоянно увеличивается (табл. 13). Особенно хорошо это заметно в сравнении с контролем. При этом наибольшую гибель вызывал препарат Биоэлементс.

Таблица 13

Динамика численности капустной моли в 2020 г. (особей на 100 растений)

Дата учета	БиоСлип		Биоэлементс (стандарт)		Контроль	
	Живые	Погибшие	Живые	Погибшие	Живые	Погибшие
12.07.20	56		36		80	
19.07.20	72		60		76	
26.07.20	108	12	88		72	
02.08.20	72	24	36	8	56	16
09.08.20	68	8	60	24	92	24
21.08.20	32	48	12	36	32	16
31.08.20	32	28	24	20	32	16
Среднее	62,86	24	45,14	22	62,86	18

Эффективность препарата БиоСлип на основе гриба *Боверия бассиана* для борьбы с капустной молью в полевом опыте

Полевой опыт на площади 37 га проводили в Юргинском районе Тюменской области. Посев рапса ярового сорта Белинда был произведен в первой декаде мая 2020 г.

Обработка поля препаратом БиоСлип (норма расхода 2 л/га) с расходом рабочей жидкости 200 л/га путем опрыскивания произведена 12.06.2020 г. в фазе 4-6 листа.

Учеты численности насекомых проводили методом сбора растений в пяти точках поля с интервалом в 14 дней и последующим подсчетом вредителей на растениях и дальнейшим пересчетом на 100 растений. В качестве Стандарта 1 использовали двукратную обработку баковыми смесями Децис Эксперт+Имидор (4 июня) и Децис Эксперт+Монарх (12 июня), в Стандарте 2 кроме этого проводили дополнительную обработку баковой смесью Локустин+Имидор (17 июля) в регламентированных нормах расхода.

Заселенность растений в течение срока наблюдений колебалась от 12 до 60 % (табл. 14). Средняя за сезон численность вредителя в опыте составила 0,51 особей на растение, что в 5 раз ниже порога экономической вредоносности. При этом на поле, обработанном синтетическими инсектицидами по традиционной технологии, средняя численность вредителей была в 4-15 раз больше.

Таблица 14

Заселенность растений и численность насекомых на них (полевой опыт 2020 г.)

Дата учета	Заселенность (%)			Численность (особей на 100 растений)		
	Стандарт 1	Стандарт 2	Био-Слип	Стандарт 1	Стандарт 2	Био-Слип
3.06.20					8	20
05.07.20				16	4	16
21.07.20	88	52	56	556	112	29
05.08.20	98	60	60	184	92	140
24.08.20	84	12	12	204	26	52

Численность погибших и выживших вредителей представлена в таблице 15, из которой следует, что эффективность препарата БиоСлип составляет 57,3 %, тогда как в случае использования стандартной схемы применения инсектицидов – 33,8 % (Стандарт 1) и 73,4 % (Стандарт 2). При этом необходимо учесть, что на опытном поле применение биоинсектицида было однократно (12 июня) в отличие от двух- и трехкратного использования пестицидов (12 июня-17 июля) в случае стандартов.

Таблица 15

**Динамика численности капустной моли в 2020 г.
в полевом опыте (особей на 100 растений)**

Дата учета	Стандарт 1 (поле 27)		Стандарт 2 (поле 25)		БиоСлип (поле 26)	
	Живые	Погибшие	Живые	Погибшие	Живые	Погибшие
23.06.20			20		2	
05.07.20	12	4	12	4	1	
21.07.20	492	64	29	0	8	104
05.08.20	104	80	44	96	64	32
24.08.20	28	176	24	28	24	28
Среднее	159	81	25,8	32	19,8	54,7

Особенностью применения БиоСлипа является то, что кроме личинок и куколок капустной моли зафиксирована гибель личинок других видов вредителей, в частности гусениц капустной белянки. Также отмечено изменение окраски личинок 3-4 возрастов капустной моли на обработанных биопрепаратом участках. Цвет части гусениц на таком поле меняется с салатно-зеленого на желто-зеленый (рис. 13).

Предположительно, причиной такого изменения цвета гусениц может быть воздействие гриба *Boveria bassiana*, что в дальнейшем может быть использовано в качестве визуального критерия оценки эффективности препарата.

Исходя из результатов опытов, можно сделать вывод о перспективности использования культуры грибов *Beauveria bassiana* в отношении популяции капустной моли, продолжающийся в те-

чение не менее месяца после однократной обработки в начале вегетационного периода. Этот прием является неплохим способом снижения численности вредителей второго поколения. При этом смесевая композиция Боверия+*Bacillus thuringiensis* в мелкоделяночных опытах показала больший эффект, нежели культура гриба и синтетические препараты по отдельности.

Следует отметить, что эффективность культуры Боверии прямо пропорционально зависит от численности вредителей на поле. Тем не менее, при высокой (в разы большей ЭПВ) численности капустной моли использование только препаратов на основе Боверии представляется рискованным. В таком случае следует использовать баковые смеси микробиологического препарата с системным и/или контактными инсектицидом.

Рекомендованная литература

1. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ. – М.: МСХ РФ, 2020. – 1025 с.
2. Карпачев В.В. Рапс яровой. Основы селекции: монография. – Липецк: ГНУ ВНИПТИ рапса, 2008. – 236 с.
3. Метод феромониторинга капустной моли (*Plutella xylostella* L.) – опасного вредителя рапса / И. Ю. Бобрешова, Т. А. Рябчинская, С. В. Стулов [и др.] // Агрохимия. – 2020. – № 7. – С. 68–75.
4. Перспективная ресурсосберегающая технология производства ярового рапса: методические рекомендации / В.В. Карпачёв, В.П. Савенков, В.И. Горшков [и др.]. – М.: Росинформгротех, 2008. – 60 с.
5. Растениеводство Северного Зауралья / А.С. Иваненко, Ю.П. Логинов, Р.И. Белкина [и др.]. – Тюмень: Титул, 2017. – 308 с.
6. Ресурсосберегающие зональные технологии возделывания, подработки и хранения рапса в Сибирском федеральном округе: рекомендации производству / И.А. Лошкомойников, А.Н. Пузиков, Г.Н. Кузнецова [и др.]. – Исилькуль, 2011. – 40 с.
7. Сатубалдин К.К. Обоснование основных элементов технологии возделывания рапса и сурепицы на Среднем Урале: дис... д-ра с.-х. наук. – Екатеринбург, 2004. – 294 с.
8. Система адаптивно-ландшафтного земледелия в природно-климатических зонах Тюменской области: монография / Н.В. Абрамов, Ю.А. Акимова, Л.Г. Бакшеев [и др.]. – Тюмень, Тюменский издательский дом, 2019. – 472 с.
9. Система ведения сельского хозяйства Тюменской области: рекомендации. – Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1985. – С. 132-170.
10. Старых А.И. Физические и посевные качества семян ярового рапса при разных условиях выращивания и хранения: дис. ... канд. с.-х. наук. – Тюмень, 2002. – 157 с.
11. Федотов В.А., Гончаров С.В., Савенков В.П. Рапс России. – М.: Агролига России, 2008. – 328 с.



Рис. 2. Генератор аэрозольный «холодного тумана» ГАРД



Рис. 3. Формирование аэрозольного облака



Рис. 4. Аэрозольный генератор в процессе обработки поля



Рис. 5. Пуск аэрозоля с дороги общего пользования

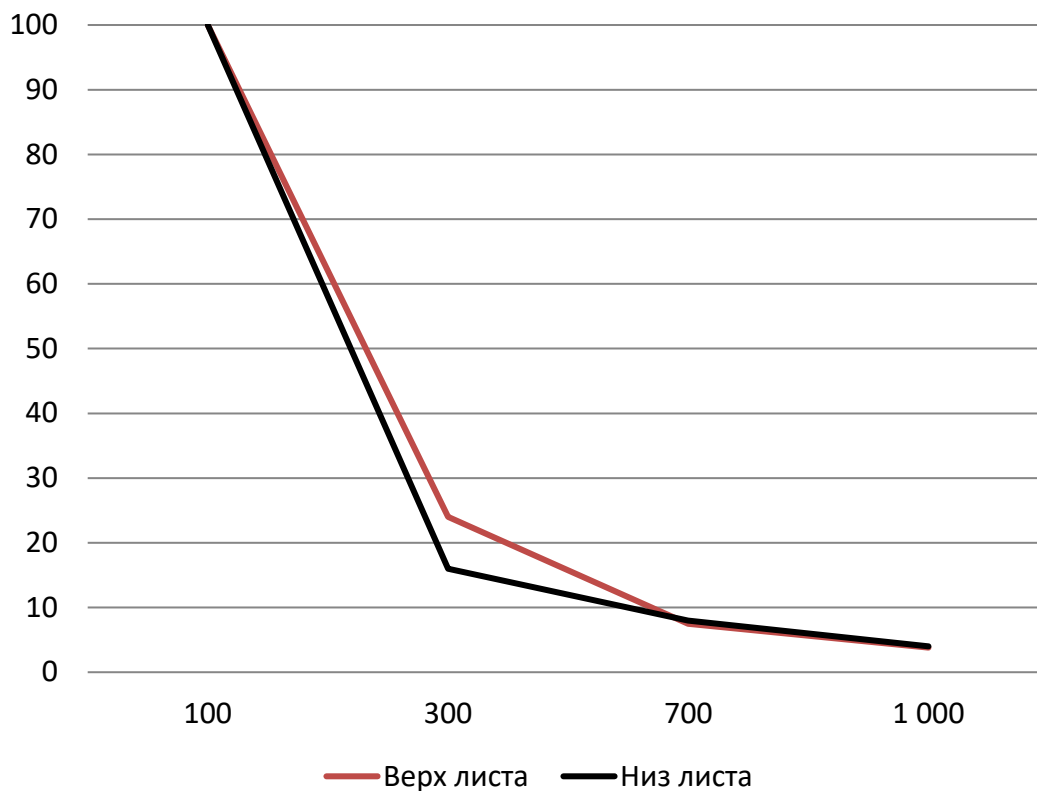


Рис. 6. Распределение препарата на поверхности листьев рапса

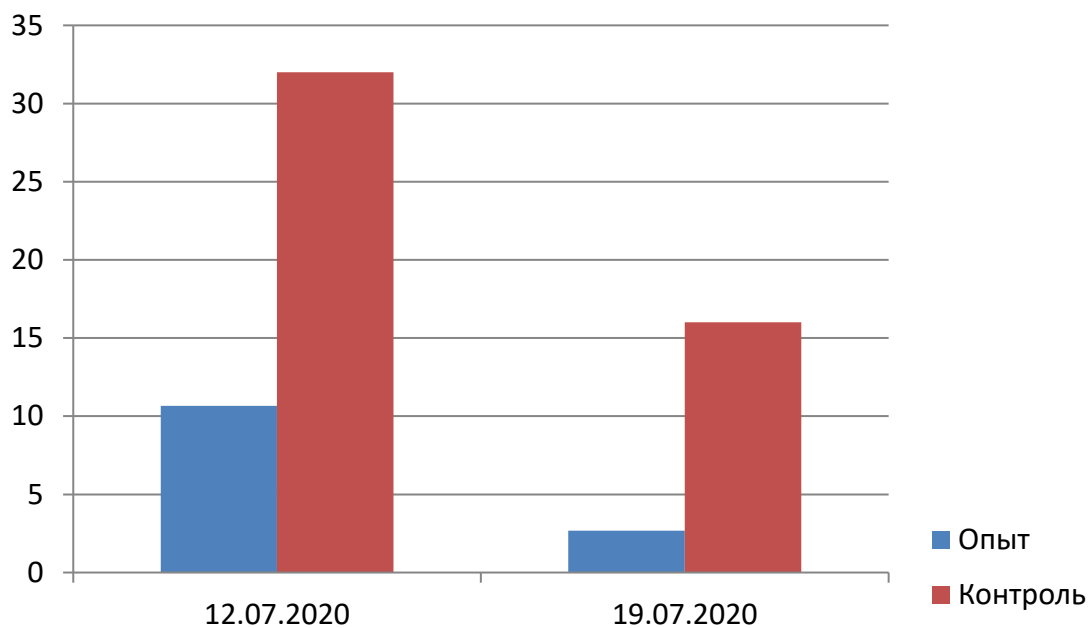


Рис. 7. Влияние антииспарителя на численность личинок капустной моли



Рис. 8. Фитотоксическое действие масляного раствора пестицидов



Рис. 9. Схема аэрозольной обработки полей:
цифры – номера участков; стрелки – направление ветра и облаков аэрозоля; красная линия – ход генератора в работе



Рис. 10. Состояние растений через 2 недели после обработки
(слева – контроль, справа – опыт)

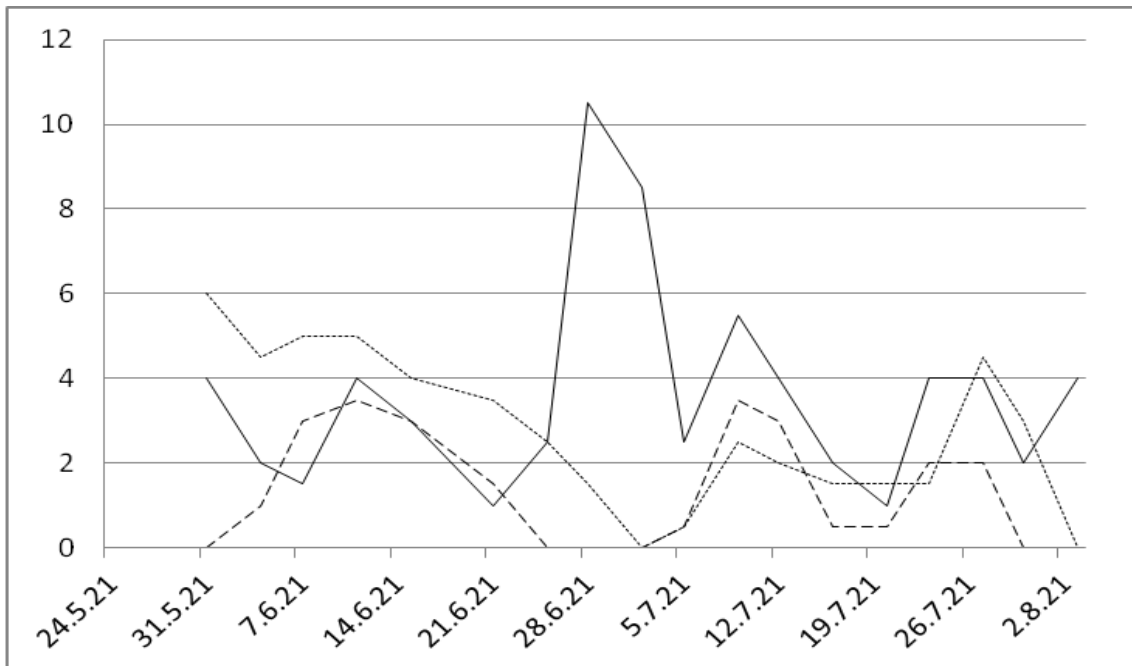


Рис. 11. Уловистость клеевых ловушек



Рис. 12. Фото липких ловушек с феромоном с разницей в 2 дня



Рис. 13. Личинки капустной моли старшего возраста

Содержание

Введение	3
СОРТА И ГИБРИДЫ ЯРОВОГО РАПСА ДЛЯ УСЛОВИЙ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ	6
Технология возделывания ярового рапса в Тюменской области	10
СИСТЕМА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ЯРОВОГО РАПСА	22
ОСНОВНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО БОРЬБЕ С ВРЕДИТЕЛЯМИ, БОЛЕЗНЯМИ И СОРНЯКАМИ	38
Болезни ярового рапса	42
Борьба с сорняками на яровом рапсе	45
ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ РАБОЧИХ РАСТВОРОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАПСА ОТ КАПУСТНОЙ МОЛИ	47
Характеристика аэрозольного способа применения пестицидов	51
Виды препаратов для аэрозоляции	52
Общие требования к препаратам для аэрозоляции	54
Подготовка и проведение аэрозольных работ	55
Технология проведения аэрозольной обработки	56
Расчет режимов работы генератора	58
Меры безопасности	61
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИПКИХ ЛОВУШЕК ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЧИСЛЕННОСТИ БАБОЧЕК КАПУСТНОЙ МОЛИ	63
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАКОВЫХ СМЕСЕЙ МИКРОБИОЛО- ГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАПСА ОТ КАПУСТНОЙ МОЛИ	68
Результаты мелкоделяночных опытов	72
Эффективность препарата БиоСлип на основе гриба Боверия бассиана для борьбы с капустной молью в полевом опыте	76
Рекомендованная литература	79

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ЗАЩИТЫ ЯРОВОГО РАПСА
ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ И БОЛЕЗНЕЙ
В УСЛОВИЯХ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ
(Рекомендации)

Подписано в печать 19.11.2021.
Усл. печ. л. 5,11. Тираж 100 экз. Заказ № 1085.
Отпечатано в РИО ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья
625003, г. Тюмень, ул. Республики, 13.
Тел. +7 (3452) 290111