

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

На правах рукописи

Подлипная Анастасия Александровна

**ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО
В ЦЕНТРАЛЬНОМ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ**

Специальность 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук, профессор
Виноградов Дмитрий Валериевич

Рязань – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ, ВЫРАЩИВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	10
1.1. Морфологическая, биологическая характеристика льна масличного и народнохозяйственное значение культуры	10
1.2. Роль элементов технологии выращивания льна масличного в повышении урожайности и качества семян культуры	14
1.3. Особенности использования пестицидов и агрохимикатов в агроценозах льна	22
1.4. Некоторые аспекты применения минеральных удобрений в технологии производства льна и трансформация пахотной дерново-подзолистой почвы в современных условиях	27
ГЛАВА 2. МЕСТО, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ	32
2.1. Климатические условия в годы проведения полевых опытов	32
2.2. Почва опытного участка	35
2.3. Схема и методика опыта	36
ГЛАВА 3. ПРИМЕНЕНИЕ АГРОХИМИКАТА МИКРОПОЛИДОК ПЛЮС В АГРОЦЕНОЗАХ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗАХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	42
3.1. Структура урожая льна масличного в зависимости от применения доз минерального удобрения и обработки Микрополидок Плюс	42
3.2. Урожайность льна при применении доз минеральных удобрений и обработки Микрополидок Плюс	47
3.3. Корреляционно-регрессионный анализ данных полевого опыта 1 ..	51
3.4. Влияние доз минеральных удобрений и применение агрохимиката на масличность льна	61

ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ, ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОСЕВАХ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО НА ФОНЕ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ	64
4.1. Развитие растений льна масличного от вариантов предшественника и гербицидов на фоне различных уровней питания	
4.2. Структура урожая льна масличного от предшественника, гербицидов и уровня минерального питания	64
4.3. Засорённость агроценозов льна от предшественника, гербицидов и уровня минерального питания	67
4.4. Урожайность льна масличного от предшественника, гербицидов и уровня минерального питания	72
4.5. Корреляционно-регрессионный анализ данных полевого опыта 2 ..	82
ГЛАВА 5. БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРЕДЛОЖЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АГРОТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО	88
5.1 Энергетическая эффективность опыта по изучению доз минеральных удобрений и обработки агрохимикатом	98
5.2. Энергетическая эффективность в опыте по изучению видов предшественников, гербицидов на фоне различных уровней питания	98
5.3. Экономическая эффективность результатов опыта по изучению доз минеральных удобрений и обработки агрохимикатом	103
5.4. Экономическая эффективность результатов опыта по изучению предшественников, гербицидов и уровней минерального питания	106
5.4. Экономическая эффективность результатов опыта по изучению предшественников, гербицидов и уровней минерального питания	111
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	115
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....	118
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	119
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	150

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Лен масличный – важная сельскохозяйственная культура широкого применения, сырье которой используется в пищевой, технической, химической, фармацевтической промышленности и кормопроизводстве. Высокие адаптационные возможности и экологическая пластичность льна масличного, который хорошо произрастает на большой территории в мире и в России, позволяют его успешно возделывать в Нечерноземной зоне.

Анализируя площадь, занятую под масличными культурами в стране, то констатируем ее рост до исторического максимума в последние пять лет, так в 2018г. она была около 13,8 млн. га, в 2019г. – 14,5 млн. га, в 2022г. – 18,6 млн. га. В 2023г. посевная площадь льна скорректировалась, при этом она составила 18,4 млн. га. В 2022г. посевная площадь занятая под льном масличным была 2,1 млн. га, в 2023г. – около 1,8 млн. га. В тоже время, валовый сбор масличной группы культур в 2023г. в первоначально оприходованном весе больше чем в 1,5 раза выше данных 2022г., и составляет более 25 млн. т.

Стабильно функционирующие и недавно запущенные мощности по переработки масличного сырья, которые оцениваются в 31-32 млн. т., в комплексе с экспортными поставками, позволяют производителям увеличить долю масличных, в том числе и посеvy льна масличного, в структуре севооборотов. Средняя урожайность льна масличного по стране 1,55 т/га, в Московской области еще ниже. В 2023г. в Московской области масличных культур было посеяно на площади 45,8 тыс. га, из них льна масличного около 2 тыс. га.

В Центральном Нечерноземье посеvy льна масличного еще недостаточно велики, и ограничиваются несколькими тысячами гектаров ежегодно, что во многом определяется низкой урожайностью культуры, хотя потенциал ее в условиях региона составляет 2,5-3,5 т/га. Повышение продуктивности льна масличного – важная задача перед учеными и производителями. С появлением новых сортов льна, которые обладают хорошей сбалансированностью по жирнокислотному составу и содержанию омега-3 и омега-6, у культуры имеются большие перспек-

тивы для производства и реализации маслосырья на внутреннем и внешнем рынках.

Резервы увеличения валового производства масличного сырья есть, существуют в тоже время и определенные проблемы по увеличению урожайности культуры. Важной задачей становится разработка и совершенствование элементов технологий производства льна масличного за счет комплексного использования современных пестицидов и агрохимикатов, минеральных удобрений на основе рассчитанных на различные уровни планируемой урожайности культуры. Перспективы более широкого внедрения исследуемой культуры в условиях Московской области и развитию отечественной селекции, появлению новых сортов культуры обуславливают необходимость изучения сортовых технологий для конкретного региона. Кроме того, актуальной остается проблема сохранения плодородия почв и снижения неблагоприятного фитосанитарного воздействия в агроценозах, что и определило направление данных исследований.

Степень разработанности темы. Изучением вопросов разработки и совершенствования сортовых технологий льна масличного, повышением продуктивности культуры в различные годы занимались отечественные и иностранные ученые Karimmojeni H., 2013; Авдеенко А.П., Бражников В.Н., Прахова Т.Я., 2015; Hall, L.M., 2016; Носевич М.А., Порсев И.Н., Зеленцов С.В., 2017; Купцевич Н.А., Fila G., Bagatta M., 2018; Васин В.Г., Бушнев А.С., Семеренко С.А., 2019; Duran, D., 2020; Колотов А.П., 2022 и другие.

В условиях Нечерноземной зоны научные работы по комплексной оценке влияния элементов агротехнологий на урожайность и почвенное плодородие в агроценозах льна принадлежат Торикову В.Е., 2004; Кунцевичу А.А., 2014; Егоровой Н.С., 2016; Виноградову Д.В., 2017; Кудрявцеву Н.А., 2018; Белопухову С.Л., 2021; Сорокиной О.Ю., 2023.

Существует достаточное количество научной информации по влиянию минеральных удобрений, применению некорневых подкормок в посевах льна масличного; однако практически отсутствует информация по комплексному их действию на культуру с обоснованием применения различных норм минерального

питания, рассчитанных на различные уровни планируемой урожайности данной масличной культуры для региона. В условиях Центрального Нечерноземья существует необходимость более широкого изучения эффективности биологических и химических методов борьбы с сорняками в агроценозах льна масличного на фоне различного уровня минерального питания, что и сформировало цель и задачи проведения соответствующих исследований.

Цель исследования – изучение реакции льна масличного на применение различных элементов технологии его возделывания на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах в условиях Центральной части Нечернозёмной зоны России.

Задачи исследований:

1. Обосновать и разработать применение различных доз минеральных удобрений, рассчитанных на уровни планируемой урожайности культуры.

2. Выявить лучший предшественник для размещения льна масличного в севообороте.

3. Определить реакцию льна масличного на внесение комплексного микроудобрения на различных уровнях минерального питания.

4. Изучить эффективность методов борьбы с сорной растительностью в агроценозах льна масличного.

5. Провести анализ экономической и энергетической эффективности исследуемых элементов технологии возделывания льна масличного и рекомендовать сельскохозяйственному производству наиболее эффективные.

Научная новизна исследования.

Впервые в условиях Центральной части Нечернозёмной зоны на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах в многофакторных полевых опытах проведены комплексные исследования по влиянию различных приёмов (предшествующая культура, использование микроудобрений, уровень минерального питания, химические меры борьбы с сорной растительностью), входящих в технологию возделывания, для получения различных уровней планируемой урожайности льна масличного.

Установлено, что для сельскохозяйственного производства можно рекомендовать использование в севообороте озимой пшеницы в качестве предшественника для льна масличного, внесение минерального удобрения с нормой $N_{175}P_{20}K_{65}$, рассчитанной на получение планируемой урожайности 2,5 т/га, обработку посевов смесью гербицидов Хакер, ВРГ, 80 г/га + Гербитокс ВРК, 0,8 л/га; микроудобрением Микрополидок Плюс в дозе 0,5 л/га в фазе «ёлочки» при высоте льна 8-10 см.

Полученные данные подвергнуты комплексному экономическому, энергетическому и статистическому анализу, и наиболее эффективные приёмы рекомендованы сельскохозяйственному производству.

Получен патент на изобретение RU 2814983 C1 «Способ выращивания льна масличного в условиях Московской области»; RU 2809953 C1 «Способ выращивания льна масличного»; RU 2023120712 «Способ выращивания льна масличного».

Теоретическая и практическая значимость работы отражается в предложенных приемах по совершенствованию технологии выращивания льна масличного в условиях Центральной части Нечерноземья.

В условиях региона на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах проведены комплексные исследования по комплексному влиянию предшествующей культуры, использованию микроудобрения, уровня минерального питания, химических мер борьбы с сорняками, входящих в технологию возделывания, для получения различных уровней планируемой урожайности льна масличного.

Производству рекомендованы элементы агротехнологии выращивания льна масличного способствующие повышению продуктивности культуры, а так же приемы по стабилизации агрофизических и агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы в пределах значений, которые не оказывают негативного действия на агроценоз искомой масличной культуры.

Методология и методы исследования складывается из анализа научных и опытно-внедренческих работ различных авторов, с последующей разработкой цели, задач и общей программы выполнения исследований, осуществлении полевых

изысканий с применением статистических и корреляционных методов, эмпирического оформления результатов.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Влияние микроудобрения на урожайность, структуру урожая и масличность семян льна масличного при разных уровнях минерального питания.
2. Преимущество озимой пшеницы перед яровой пшеницей в качестве предшественника для льна масличного.
3. Влияние различных баковых смесей гербицидов на засорённость посевов и урожайность льна масличного.
4. Обоснование наиболее эффективной нормы минерального удобрения, рассчитанной на различные уровни планируемой урожайности льна масличного.
5. Анализ экономической, энергетической эффективности и статистическая оценка предложенных элементов технологии выращивания льна масличного и определение наиболее оптимального сочетания изучаемых факторов.

Степень достоверности результатов реализуется большим объемом экспериментальных данных, которые определены на основе проверенных официальных методик и методов, с применением статистической и корреляционной обработки, внедрения результатов в производственных условиях.

Апробация результатов работы. Научные результаты работы по основным положениям диссертационной работы были апробированы на заседаниях кафедры агрономии, агрохимии и защиты растений ФГБОУ ВО РГАТУ, и на научно-практических мероприятиях различного уровня: национальной конференции «Обеспечение устойчивого и биобезопасного развития АПК» (г. Нальчик, Кабардино-Балкарский ГАУ, апрель 2022г.); VI международной конференции «Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий» (г. Рязань, РГАТУ, июнь 2022г.); всероссийской конференции «Перспективные научные исследования высшей школы» (г. Рязань, РГАТУ, май 2023г.); XXII международной конференции (г. Горки, Белорусская ГСХА, июнь, 2023г.); II международной конференции «Инновации в сельском хозяйстве и экологии» (г. Рязань, РГАТУ, сентябрь 2023г.); III всероссийской конференции

«Высокоэффективные технологии в агропромышленном комплексе» (г. Елец, ЕГУ, октябрь 2023г.); Константиновские чтения (г. Кинель, Самарский ГАУ, февраль, 2024г.).

Производственное апробирование результатов полевых опытов осуществлено: ООО «Авангард» Рязанской области на площади 16 га, ООО племзавод «Барыбино» (18 га) и АО племзавод «Повадино» (44 га) Домодедовского района Московской области.

Публикации результатов исследований по диссертационной работе отражены в 18 научных работах, в том числе 5 – в международных рецензированных журналах рекомендованных ВАК РФ, из них 1 – в журнале международной базы Scopus; получено 3 патента на изобретение.

Структура и объем диссертации. Работа изложена на 185 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 5 глав, основных выводов и предложений производству, списка использованной литературы из 232 источников, в том числе 34 иностранных источников, содержит 43 таблицы, 27 рисунков и 33 приложений.

Личный вклад автора заключался в самостоятельном планировании экспериментов, подборе методик и методов исследований, выполнении лабораторных и полевых опытов, а так же обобщении результатов полученных данных, их статистической и корреляционной обработок, формулировке предложений производству.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность и глубокую признательность научному руководителю д.б.н., профессору Виноградову Д.В. за руководство, ценные советы и неоценимую помощь в организации исследований и анализе полученных данных.

Автор, также, благодарит за содействие в организации экспериментов и проведении анализов директора ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова к.ю.н. Шкуркина С.И., заместителя директора к.с.х.н. Березнова А.В.; сотрудников кафедры агрономии, агрохимии и защиты растений ФГБОУ ВО РГАТУ и опытного подразделения ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова.

Глава 1. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ, ВЫРАЩИВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Морфологическая, биологическая характеристика льна масличного и народнохозяйственное значение культуры

Лен масличный (*Linum usitatissimum* L.) – важная масличная культура, которая получила широкое распространение и применение в различных отраслях народного хозяйства [75, 88, 154, 226].

Различные направления использования растительных масел в настоящее время оказались в центре внимания химической промышленности, так как они являются сырьем для важных химических веществ на основе возобновляемых источников во многом благодаря их универсальной доступности и биоразлагаемости при низкой себестоимости. Кроме того, природные масла имеют превосходные экологические характеристики и малотоксичность для человека [111, 209, 215].

Еще одно из направлений использования сырья льна – это потенциал применения волокон, которые могут использоваться в промышленном производстве композитов, бумаги и нетканых волокон [220]. Практически всегда при возделывании льна масличного побочную продукцию в виде соломы сжигают или просто не рассматривают ее в качестве технического сырья, в то время как она могла бы использоваться в промышленности [205, 207].

Лен масличный (кудряш) является древнейшей культурой, которая согласно археологическим раскопкам и палеоботаническим анализам использовалась в 8700–7000 годах до н.э. Раскопки позволяют заключить, что культура льна была известна во времена бронзового и железного веков [63, 199, 213, 225]; свидетельства широкого применения растений и семян льна находят при раскопках на территории Египта, Греции, Германии, Китая и Закавказья [63, 206, 232]. На древне-

российских землях первые упоминания о льне встречаются в летописях IX–XI веков [63, 108].

Основные посевы льна масличного в мире сосредоточены в Канаде, Китае, США, Индии и Российской Федерации [205]. Роль Канады и России как производителей семян льна масличного возросла, но снизилась площадь посева в Индии, Аргентине, США и странах Евросоюза начиная с 1995 года. Уже сейчас Россия входит в число первых трех стран, наряду с Канадой и Казахстаном, по внешнему экспорту семян льна. По прогнозам ФАО, в 2024 году спрос на масличные семена культуры на экспортном рынке только продолжит расти, увеличив рыночный спрос до 2,3–2,5 млн тонн [67]. Канада утратила первое место, уступив России и Казахстану по производству льняного семени [214].

Последние десятилетия лен масличный стали выращивать практически на всей территории России, кроме северных территорий, и, по прогнозам, посевные площади вскоре могут быть увеличены до 2,5–2,7 млн га [73, 80, 145, 170, 224]. Данные Федеральной службы государственной статистики показывают, что площади, занятые льном масличным, были увеличены с 267,0 тыс. га в 2010 году до 1030,0 тыс. га к 2020 году [150, 189].

К 2025 году российский Минсельхоз одновременно с увеличением площади посевов льна масличного ставит перед производителями задачу увеличения средней урожайности до 1,5 т/га и выше.

Еще предстоит устранить ряд сложностей в выращивании масличных культур. В настоящее время отрасль достаточно хорошо обеспечена семенным материалом, в то же время существует необходимость в кратчайшие сроки создать центры по семеноводству, которые будут конкурировать с зарубежными поставками на перспективу. Кроме того, существует проблема в механизации направления, доля отечественного оборудования для производства элитных семян очень мала, и этот вопрос еще только предстоит решить [60].

В России лен масличный выращивается в 33 регионах, но основная часть посевных площадей находится в Волгоградской, Воронежской, Ростовской, Саратовской областях и в Краснодарском и Ставропольском краях [13, 165, 184].

Важными для сельскохозяйственной отрасли масличными культурами для всего Нечерноземья являются рапс, подсолнечник, горчица белая и лен масличный [168]. Условия Нечерноземной зоны позволяют выращивать лен, который с появлением новых сортов может давать продукцию высокого качества [178].

Учитывая новые стандарты в селекции и требования по семеноводству, можно отметить, что необходимым условием ведения современной аграрной работы является генетическая паспортизация в научном и производственном процессе [178].

Современные стандарты селекции и семеноводства предполагают генетическую паспортизацию селекционных достижений, которая включает различные биохимические признаки с определенным количеством полиморфных биохимических маркеров [16, 91, 189]. В свою очередь, данный полиморфизм является богатым источником для селекционной работы и изучения генетического материала льна масличного [189, 201, 204, 227].

Потенциал семенной продуктивности льна-кудряша может достигать до 3,0 т/га. В 2019 году фактическая урожайность льна масличного в Российской Федерации составила 0,83 т/га, в условиях Южного федерального округа еще меньше – 0,77 т/га [20]. Во многом низкую урожайность можно объяснить высокими потерями, несоблюдением и нарушением выполнения агротехнологических операций, наличия большого количества сорного компонента в почве и плохой борьбой с ним [20, 30, 122].

В опытных и производственных посевах в условиях Рязанской и Тульской областей в течение последних десяти лет потенциал биологической урожайности льна находился в интервале 1,9–2,7 т/га [83, 93, 155, 216, 217] при официальной средней урожайности по регионам 1,4–1,5 т/га.

Анализируя продуктивность масличной культуры в Свердловской области в опытах А.П. Колотова [72], констатируем, что максимальная урожайность льна сорта Лирина достигала 2,04 т/га, сорта ВНИИМК 620 ФН – 1,71 т/га, сорта Рашель – 1,73 т/га, сорта Уральский – 1,88 т/га. Из исследований видно, что потенциал

сортов для данного региона не превышает 2,0 т/га, при этом масличность данных сортов варьировала в пределах 46,6–48,6%.

Судя по исследованиям С.А. Тулькубаевой [119, 182, 183], продуктивный потенциал сортов льна масличного, который выращивался в условиях Северного Казахстана в 2009–2014 годах, составлял в среднем 1,4–1,6 т/га с масличностью в 37–41%. Констатируем, что в этих же исследованиях в отдельные годы урожайность культуры доходила до 3,61 т/га по сорту Ручеек, 3,58 т/га по сорту Бизон, 3,26 т/га по сорту Северный [173, 174, 181]. Так, урожайность льна масличного на богаре Гиссарской долины Таджикистана варьировалась в пределах 1–1,3 т/га [109].

Лен обыкновенный (*Linum usitatissimum*) – самый широко распространенный вид из рода *Linum* семейства *Linaceae*. Цветение данного вида происходит в период июня – начала августа, цветки чаще сине-голубоватого, реже желтого оттенка. Травянистое однолетнее растение высотой до 1,0–1,1 м. Характеризуя эпидермис семян льна, можно отметить, что в его состав входит 3–10% слизистых веществ, содержание протеина в семенах варьирует в интервале 18–26%, а средняя масличность составляет 31–46% [203, 229].

Корневая система у льна стержневая; корень достигает в длину 0,8–1 м, тонкий, с густой сетью ответвлений, особенно в пахотном слое [110]. Лен имеет плод в виде пятигнездных семенных коробочек, каждое гнездо разделено неполной перегородкой на два полугнезда. В каждом отсеке содержится по одному семени, а всего в коробочке льна обычно около 10 семян, которые имеют яйцевидную форму со слегка загнутым носиком светлой или коричневой окраски [135].

Семена культуры начинают прорасти при температуре от 2 °С и выше. Высококачественные дружные всходы льна масличного можно получить только при хорошем прогреве почвы, к дню высева культуры сумма эффективных температур составляла более 180–200 °С [3, 116].

Как и для многих видов растений, для льна жаркая и сухая погода ускоряет, а холодная и дождливая погода замедляет прохождение фаз роста и наступление созревания культуры. В жаркий и сухой вегетационный период новые сорта льна

могут созреть за 70–75 дней, при относительно нормальном по погоде лете и гидротермических условиях, приближенных к 1, развитие льна масличного проходит за 90–95 дней. Как культура длинного дня, лен зацветает в Нечерноземье в июне, именно в эту фазу ослабевает рост растения, а после цветения совсем прекращается [27].

При выращивании льна масличного в условиях повышенного увлажнения происходит уменьшение основных характеристик структуры урожая культуры, таких как обсемененность коробочек, масса семян [2, 115].

Развитие льна в среднем происходит за 80–110 дней и на него часто влияют погодные условия конкретного года и региона.

Так, в условиях Урала в конкурсном сортоиспытании период вегетации льна кудряша варьировал в 82–93 дня, где отличие у культуры по длительности фено-периодов были выявлены после фазы бутонизации [72].

Максимальный выход семян в технологии выращивания льна масличного коррелируется от метеоусловий каждого года и исследуемых факторов [22]. По опубликованным данным [137], максимальная урожайность многих агрокультур формируется в средние по влажности вегетационные годы, а в существенно влажные – с минимальной прибавкой до 3,2 %.

Лен весьма требователен к наличию в почве влаги и питательных веществ. Для образования единицы сухого вещества урожая лен расходует 400–430 единиц воды. Недостаток влаги в почве сказывается особенно отрицательно в период быстрого роста льна и цветения. Лучшими почвами для льна являются хорошо удобренные слабокислые средние и легкие суглинки [166].

1.2. Роль элементов технологии выращивания льна масличного в повышении урожайности и качества семян культуры

Многими трудами ученых и отзывами производителей доказано, что максимально приближенно к оптимальным условия для развития льна масличного создаются при правильном севообороте. Эффективны севообороты с введением

травосеяния, например клевера с тимофеевкой, или имея в качестве предшественника травяной пласт [27, 134, 166].

Посев клевера с тимофеевкой не только повышает плодородие почвы, но и увеличивает урожаи сена трав и улучшает их качество. Объясняется во многом это тем, что клевер, как правило, дает высокую продуктивность уже в первый год пользования, на второй год изреживается, а часто полностью погибает. В настоящих льняных севооборотах необходимо сеять по 12–15 кг/га кг клевера и около 4 кг/га тимофеевки [166].

В звене севооборота эффективен подсев кормовых трав в агроценозах льна [121]. После уборки льна рекомендуется зеленую массу не запахивать, а на следующий год выращивать как самостоятельные культуры. Для этого хорошо подходят клевер белый, райграс пастбищный и люцерна серповидная.

В Нечерноземной зоне лен масличный высевают после озимых и яровых зерновых, рапса, который выращивался не по системе Клерафиелд, где не использовалась имидазолиновая группа гербицидов.

Так, в условиях Северного Казахстана [22, 230] рекомендуется выбирать в качестве предшественника под лен масличный – яровые зерновые, такие культуры, как пшеница и ячмень. Максимальная продуктивность достигалась при размещении культуры по пару, обработанному гербицидами [119].

В условиях Беларуси хорошо зарекомендовали себя в качестве предшественника сидераты, состоящие из гороха, редьки масличной и озимой ржи, под посев льна масличного. В данных опытах в условиях Оршанского района Витебской области максимальная урожайность льна (1,94 т/га) отмечена на делянках с сидератом редькой масличной, а масличность – на делянках с сидератом горохом (47,6%). Также выявлено, что применение любого из сидератов стимулировало у льна содержание перекисного окисления липидов по сравнению с контролем (без сидерации), тем самым стабилизируя окислительно-восстановительные реакции в растениях культуры [96].

Выбор предшественника существенно сказывается на запасах продуктивной влаги к весне следующего вегетационного года и почти всегда оказывается в об-

ратной связи с послеуборочными влагозапасами. При этом, как показывают результаты исследований [95], максимальными они были на делянках с комбинированными системами почвенных обработок, где выявлено превышение бессменных поверхностных обработок в комплексе с применением минеральных удобрений.

По утверждению А.М. Johnston, D.L. Tanaka [223] лен категорически не нужно размещать после растений из семейств Бобовые и Пасленовые в связи с возможным перезаражением возбудителями рода *Rhizoctonia spp.* В условиях Северной Америки лен входит в звено севооборота с зерновыми культурами из-за предотвращения заболеваний, связанных с заболеванием *Rhizoctonia spp.*

L. Bourgeois утверждает, что в условиях Канады продуктивность яровой пшеницы обычно больше, если в качестве предшественника выбран лен, в то время как после рапса или зернобобовых у зерновой культуры урожайность меньше [200]. Другие данные [211] показывают более высокую продуктивность льна, который выращивают после пшеницы, по сравнению с рапсом яровым.

По утверждению И.Г. Платонова, В.Х. Сумо [126, 127] в однородных почвенных агроэкосистемах при выращивании сельхозкультур конкурентная способность к сорному компоненту убывает в ряду: озимая рожь – картофель – лен.

Учитывая статистику данных о потеплении на европейской части России и в мире, важно своевременно и тщательно подготовить почву к агротехническим операциям, и прежде всего к посеву культуры. Кроме того, в современных реалиях увеличение температуры в осенний период с ноября по март не способствует существенному выхолаживанию почвенного покрова [146].

Ученые Казанского государственного аграрного университета [106, 107] своими исследованиями подтверждают, что мобилизация доступного азота повышается при применении зяблевой вспашки. Также рекомендуется вместо использования традиционной вспашки осенью замена на весеннюю поверхностную обработку почвы на 10–12 см комбинированными агрегатами при условии наличия высокоокультуренных почв и хорошей фитосанитарной составляющей.

А.П. Авдеенко при проведении своих исследований на юге Ростовской области [4, 5] констатирует, что большая продуктивность льна кудряша достигается

на вариантах с глубоким безотвальным рыхлением на 25–27 см, а именно 2,51 т/га.

В своих исследованиях Р.Р. Галиев, В.Н. Гореева [28, 32, 74] в условиях Среднего Предуралья рекомендуют осуществлять зяблевую безотвальную вспашку под лен масличный на глубину не менее 16 см без обработки гербицидом. Данная почвенная обработка КН-4 и с ПЛН-4-35 осуществлялась при влажности почвы 22% и интервалом плотности 1,16–1,31 г/см³ по слою на глубине обработки.

Так как корни льна масличного почти не проникают в пахотный подзолистый горизонт, их главная масса функционирует в мелком пахотном слое. В связи с этим необходимо ответственно подойти к предпосевной обработке почвы под масличную культуру [26]. Раннее боронование способствует лучшему прогреванию почвы, что усиливает биологические процессы в ней и ускоряет наступление ее спелости. После ранневесеннего боронования для льна эффективна двукратная предпосевная обработка почвы лапчатым культиватором, первая обычно на глубину 12–14 см, а вторая – через 1–2 недели на 4–6 см [134].

На дерново-подзолистых почвах часто при выворачивании на поверхность после прошедших дождей подзол легко сплывается, что затрудняет проникновение воздуха в почву и, как следствие, ослабляет жизнедеятельность почвенных микроорганизмов [26]. Таким образом, на поверхности создается плотная корка, которая задерживает появление нежных проростков льна масличного, а часть из них погибает, что ведет к изреживанию стеблестоя масличной культуры и снижению урожайности.

Посев льна – ответственное мероприятие, которое будет определять ход развития культуры на протяжении всей вегетации, что в конечном счете отразится на урожае. Перед посевом семена культуры лучше подвергнуть воздушно-тепловому обогреву, который способствует более эффективному обмену веществ в клетках зародыша. Обычно начинают обогреву семян, когда температура наружного воздуха днем достигнет 10–12 °С [27].

В условиях юга Зауралья доказана эффективность раннего для региона срока посева льна в середине мая, с учетом хорошего увлажнения в течении всего се-

зона; при этом выявлена урожайность льна в 1,7 больше раз, чем при посеве культуры в третьей декаде мая [85].

Зачастую в Нечерноземье лен масличный высевают в первой половине мая. Лен – культура раннего посева. При раннем посеве лен меньше повреждается вредителями и такими болезнями, как ржавчина и фузариоз [166]. В то же время посев в ранний срок в непрогретую влажную почву или в плохо подготовленную не способствует получению высокого урожая.

В условиях Северного Казахстана лучшим календарным сроком посева являлся интервал II–III декады мая, так как в данный период посевы имеют высокие запасы продуктивной влаги [119, 228].

Анализируя технологию выращивания льна масличного, можно отметить, что одними из ключевых факторов в повышении продуктивности культуры являются норма и срок посева [7].

Высокая урожайность льна масличного на южных черноземных почвах зафиксирована на вариантах с посевом 7,0 млн семян/га [119, 182].

С высевом в 8 млн шт./га предлагается высевать лен масличный в условиях Свердловской области [72]. Ту же норму – 8 млн шт./га – рекомендуют применять при посеве масличного льна в условиях Рязанской [83], Тульской областей [53] и на Среднем Предуралье [33].

А вот в условиях Кабардино-Балкарской Республики [193] рекомендуется высевать лен масличный при норме 7 млн семян/га при прогревании припосевного слоя почвы не менее 8 °С, что в среднем в условиях региона совпадает с I декадой апреля.

В опытах М.А. Носевич [118] на дерново-карбонатных почвах с сортом Уральский наиболее урожайные варианты были при норме 8 млн шт./га. В то же время повышение количества семян для посева приводило к снижению показателей структуры урожая культуры, например на льне коробочек – с 25 до 8 штук, семян – со 183 до 58 штук, а массы семян – от 1,40 до 0,48 грамма.

По результатам двухлетних опытов в условиях Ленинградской области рекомендуется высевать лен сорта Уральский нормой 8 млн шт./га.

Когда определяют норму льносемян, то обязательно принимают во внимание плодородие почвы. На почвах, хорошо удобренных и с достаточными влагозапасами, необходимо высевать меньше семян масличной культуры, так как они могут обеспечить нормальный рост большему количеству растений. На бедных почвах норму высева можно увеличить вследствие большей вероятности получения недоразвитых растений и снижения урожая.

Лен масличный, в основном, размещают по почве рядовым способом с междурядьями 12,5 и 15 см в зависимости от высевающего агрегата.

На данный период в Госреестре селекционных достижений находится более 50 сортов льна масличного [129], что дает широкий выбор для производителей страны во всех льносеющих регионах России.

Работа института ВНИИМК позволяет изучать коллекцию с более чем 200 образцов льна масличного [187], где за последние 10–15 лет был выведен ряд потенциально перспективных сортов, таких как, Ы 220, Снегурок, ВНИИМК 620 ФН, Даник и другие [129, 163, 164].

Исследования сортообразцов коллекции ВНИИМК показали, что отбор в селекционном процессе можно вести по признаку содержания масла, а не только основного показателя – урожайности [156].

В различных регионах страны хорошо себя зарекомендовал сорт Уральский, отличающийся стабильно высокой продуктивностью вне зависимости от климатических условий конкретного года [118, 171]. Сорт Уральский желтый отличается от стандарта (ЛМ 98) лучшей устойчивостью к полеганию, дружным созреванием коробочек, высокой устойчивостью к стрессам и болезням [73].

В условиях Рязанской и Тульской областей на подтипах серых лесных почв хорошую агрономическую и энергоэкономическую эффективность дает технология льна сорта Санлин и ВНИИМК 620 [52, 53, 83].

Отметим сорта белорусской селекции РУП «Институт льна», которые сочетают в себе комплекс урожайных и качественных показателей, сбалансированность по жирнокислотному и аминокислотному составу масла в семенах, устойчивость к неблагоприятным факторам, в том числе к различным фитопатогенам

[31, 142]. Отличаются своей продуктивностью белорусские сорта льна масличного, созданные методом гибридизации с последующим отбором из комбинации гибридов: Опус с максимальной урожайностью на ГСУ в 2,74 т/га, Илим – 3,06 т/га, Салют – 2,96 т/га, Фокус – 2,64 т/га, Визирь – 2,40 т/га, Дар – 2,32 т/га, Альянс – 2,39 т/га [14]. Все сорта отличаются высокой масличностью, более 50%, высокой энергетической и высокой перевариваемостью протеина в шротах и жмыхах.

Новые перспективные сорта льна масличного селекции Сибирской опытной станции ВНИИМК – Исилькульский, Легур, Северный, Август, Амбер, хорошо себя зарекомендовали в различных регионах страны [144].

Ценность льняного масла прежде всего отражается в его многокомпонентном составе жирных кислот [129, 143].

Маслу льна присуща активность витамина F за счет большого содержания в нем комплекса линолевой + линоленовой кислот. Отметим, что по благоприятному воздействию на человека линолевая кислота примерно в десять раз сильнее, чем линоленовая кислота [90]. По утверждению D. Duran [203], в современных сортах льна масличного присутствуют низкие показатели насыщенных жирных кислот (около 9%) и умеренное содержание отдельных насыщенных кислот, а также большая часть (73–75%) полезных не образующихся в организме человека ненасыщенных жирных кислот.

Из-за существенного окисления масла в открытом виде под действием кислорода воздуха наблюдаются существенные потери в жирнокислотном составе, преимущественно линоленовой кислоты или омега-3. В связи с этим в настоящее время селекционный процесс направлен на уменьшение содержания в семенах линоленовой кислоты, а в технологиях переработки семян льна изыскивают более щадящие способы получения растительного масла, при которых потери в жирнокислотном составе снижены [29, 54, 125].

Опыты ученых Санкт-Петербургского ГАУ [1, 2, 115] доказали высокую эффективность использования минеральных удобрений, в том числе агрономическую и биоэнергетическую, в посевах льна масличного сортов Norlin, Северный, ЛМ 98. Анализируя качество маслосемян, отметим, что Norlin и Северный имели

повышенный показатель йодного числа – более 170 и характеризовались как технические сорта, а ЛМ 98 имели показатели пищевых достоинств, обладая сбалансированным содержанием омега-кислот.

В опытах, проведенных с Лириной, ВНИИМК 620 ФН, ФЛИЗ, ЛМ 98, Рашель и другими линиями, анализ биохимического состава показал, что по содержанию в семенах сырой клетчатки, белка, золы, калия, фосфора и других элементов, они мало отличались друг от друга [72].

Так, оценка качества семян урожая масличной группы и продуктов ее переработки в сравнении с зерновой группой семян показала, что высокие значения выявлены у массовой доли влаги и сырого протеина, клетчатки и сырой золы. В двухлетних исследованиях в условиях Краснодарского края установлено, что содержание сырого жира варьировало на уровне 39,5% против аналогичного показателя у злаковых культур в 3,8%, что практически более чем в 10 раз выше [18]. Это объясняется биологическими и генетическими особенностями данной группы, где жиры являются запасным веществом у масличных [128, 180, 196].

Часто в специализированных научно-исследовательских институтах и селекционных центрах может проводиться селекция льна на конкретные показатели по просьбе заказчика, например на устойчивость к вредителям или болезням, масличность и определенный жирнокислотный состав [175].

Отметим важность сушки льна масличного после уборки, так как во многом она определяет качество продукции. Установлено, что время сушки культуры от показателя влажности 30% к 14% должно быть две с половиной – три минуты, с учетом расхода агента сушки в 2300–3200 м³/ч. При этом необходимо выдерживать параметры скорости сушки около 4–6 м/с, влажности 8% и температуры 62–68 °С [11, 197].

С появлением новых сортов льна масличного качество льняного масла улучшилось; теперь эту культуру рассматривают не только как маслосырье для технической промышленности, но и как семена, из которых можно получать высокого качества пищевого направления растительные масла.

1.3. Особенности использования пестицидов и агрохимикатов в агроценозах льна

Вопрос защиты сельскохозяйственных растений в настоящее время весьма актуален, так как без химических препаратов представить любую интенсивную технологию выращивания агрокультур невозможно.

Протравливание семян и обработка защитными стимулирующими препаратами – неотъемлемый прием любой агротехнологии, в том числе при производстве льна [77, 78]. Протравливание семян – аксиома в технологии выращивания сельскохозяйственных культур, включая лен масличный. Необходимо учитывать, что при протравливании инсекто-фунгицидными пестицидами семян и во время вегетации льна увеличивается густота и плотность стеблестоя культуры [70].

В опыте [219] со льном масличным рекомендуется протравливание семян инсектицидом Табу, ВСК, 1,0 л/т.

На примере Нечерноземья показана эффективность применения в посевах льна защитно-стимулирующей композиции на основе регулятора Авибиф, который повышал продуктивность культуры. В данный комплекс входит предпосевное стимулирование семян в дозе 0,15 л/га, далее обработка по вегетации 0,15 л/га в фазе «елочка», в комплексе с пестицидами, разрешенными для использования на культуре [10, 12, 59]. Использование агрохимиката Авибиф С стимулирует сохранность растений, плодообразование, а также способствует снижению фитотической конкуренции сорняков в посевах. В данных исследованиях [10, 79] агрохимикат готовили в смеси с комплексом гербицидов Хармони, 5 г/га + Кортес, 10 г/га + Тарга Супер, 1,5 л/га.

Хороший агрономический и экономический эффект давала в посевах льна масличного некорневая подкормка органоминеральным комплексом Биоплант Флора, 1 л/га + Аминокат – 30, 0,3 л/га в условиях Тульской области [50, 51].

В условиях северной части Казахстана хорошую прибавку семян показала обработка до посева и растений льна масличного агрохимикатом Циркон, где

урожайность составила 13,5 ц/га, что почти на +1,3 ц/га выше контрольного варианта [119].

По результатам экспериментов, проведенных учеными из Белорусской ГСХА П.А. Саскевичем, С.Н. Козловым, выявлено, что высокая эффективность защиты льна достигается при протравливании фунгицидом Винцит, СК 1,5 л/т в комплексном применении с различными инсектицидами и совместном действии регулятора роста Экосил, ВЭ [71, 147]. В тех же исследованиях рекомендуется осуществлять опрыскивание в фазе «елочки» Экосил, Новосил и РастСтим как эффективными средствами, способствующими повышению стрессоустойчивости и продуктивности льна [148, 149].

В посевах льна хорошо себя зарекомендовали биопрепараты-инокулянты Агрофил, ПГ-5, Мизорин и Флавобактерин [113]. Хорошие результаты в Ленинградской области в агроценозах исследуемой масличной культуры сорта ЛМ 98 показал инокулянт биопрепарата Ризобакт [222] и агрохимикат Лигногумат [117].

I.I. Dmitrevskaya и M.V. Grigoryeva [208] в своих исследованиях на льне масличном по применению фиторегуляторов показали увеличение урожая семян на 14–19% к контролю. При этом повышалось качество семян культуры: по белку по вариантам с действием агрохимикатов Floravit и Cherkaz увеличилось на 2,3 и 2,5% соответственно, с действием EkoFus – на 1,5%. Отмечено повышение содержание жира относительно контроля: на 5–5,6% (вариант с обработкой Floravit), на 3,5–3,95% (EkoFus) и на 4,7–5,1% (Cherkaz). Применение Флоравита, Черказа и Экофуса при выращивании льняного семени способствовало увеличению содержания полиненасыщенных жирных кислот в масле: содержание ω -3 жирных кислот колебалось в пределах 61,9–63,1% по сравнению с контролем на 54,7%. Флоравит оказался наиболее эффективным из трех протестированных фиторегуляторов. Исследования, проводившиеся в течение трех лет, свидетельствуют о том, что использование новых фиторегуляторов способствует повышению качества и урожайности семян.

Многочисленные наблюдения свидетельствуют о большом количестве вредителей в агроценозах льна масличного, их более 40 видов [89, 104, 151]. Боль-

шой вред льну наносят льняные блошки, льняные трипсы, льняная плодоярка, виды совок, в семенах – льняной клещ и другие [68, 123, 124]. Культура поражается на протяжении всего развития и при хранении.

Значительное повреждение льна масличного от вредителей и даже усиление негативного момента сопровождается большим количеством дней вегетационного периода с сухой и жаркой погодой вследствие потепления климата, часто изменением севооборотов или формированием в нем небольшого количества биологических групп культур, нарушением агротехнологических сроков, слабой борьбой с сорной растительностью, болезнями и вредителями [19, 89, 124, 152].

Высокую биологическую защиту при инкрустации семян льна показало протравливание комплексом препаратов Командор, ВРК, 2,0 л/т + Зато, ВДГ, 0,15 кг/т. Данные протравители использовали в комбинации с агрохимикатами Силк, 0,3 л/т + Аква-микс, 0,1 л/т вместе с гуматом калия в дозе 0,3 л/т [153].

Для защиты культуры от комплекса вредителей льна С.А. Семеренко [153] рекомендует использовать Лямдекс, КЭ, 0,15 л/га, а также Пиринекс супер, КЭ, 1,0 л/га.

В условиях Беларуси [147, 149] из девяти видов вредных объектов, зафиксированных в посевах льна, доминируют льняные блошки, прежде всего синяя, черная и коричневая. В тех же опытах выявлено, что заболевания на льне проецировались в виде антракноза, кальциевого хлороза, фузариоза и других.

Так, в опытах Д.А. Куриловой [86] подтверждается, что влажная погода с выпадением существенного количества осадков и низкая температура в фазу «елочки» у льна стимулирует появление многих заболеваний у культуры, например фузариозного увядания. В этих опытах наиболее высокая пораженность данным заболеванием выявлена у сорта Северный – 84,5%, минимальная – у сорта Нилин – 22,5%.

Основная масса сортов льна недостаточно приспособлена к абиотическим факторам среды, плохая устойчивость также наблюдается к таким заболеваниям, как антракноз, фомоз и бактериоз [184]. С целью повышения устойчивости льна к антракнозу можно использовать селекционные методы *in vitro*, когда применяется

способ незрелых зародышей в среде Sh-2 [138]. Антракноз – болезнь льна, которая встречается практически каждый год в различных регионах страны и вызывает существенное изреживание посевов вплоть до гибели растений.

В технологии выращивания льна масличного существует необходимость использования фунгицидных обработок. Ученые И.Н. Порсев, Н.А. Купцевич [130, 132, 133, 179] по результатам своих исследований рекомендуют использовать для защиты против болезней фунгицид Тебу 60, 0,5 л/т в комплексе с Биостим старт, 1,0 л/га, а также проводить обработку льна во время вегетации Биостим Универсал, 1 л/га.

Обработка семян льна масличного комбинацией Ламадор, СК, 150 г/л и Пончо, КС, 600 г/л в комплексе со стимуляторами и биоудобрениями показывало максимальную защиту от фузариоза – до 40% к уборке урожая [87].

В исследованиях, проведенных на дерново-карбонатных почвах учеными СПбГАУ, высокую эффективность показала обработка флавобактериями семян перед посевом для защиты от болезней и вредителей льна масличного [221].

Низкая урожайность льна масличного коррелируется высокой засоренностью посевов, которые, в свою очередь, интенсивно потребляют питательные вещества, влагу из почвы и конкурируют с культурными растениями за солнечный свет, являясь источником заболеваний [61, 69, 136, 167, 218]. Многообразие сорного компонента предполагает комплексную защиту льна при использовании баковых смесей и различных химических классов гербицидов, таких как граминициды, препараты для уничтожения противодвудольных сорняков [210, 212]; при этом необходимо учитывать фитотоксичное действие пестицидов [169].

В.М. Шаков [192], анализируя свои опытные данные, рекомендует при борьбе с сорной растительностью применять баковую гербицидную смесь Ленок, ВРГ, 7 г/га + Зеллек супер, КЭ, 0,5 л/га как вариант с максимальной прибавкой продукции. Также хорошие результаты показала баковая смесь гербицидов Зеллек супер, КЭ, 0,5 л/га + Ленок, ВРГ, 7 г/га + Агрон, ВР, 0,3 л/га.

В борьбе с двудольными в агроценозах льна эффективен гербицид Зингер, СП в дозе 0,008 кг/га в баковой смеси с Лигногуматом, 0,05 кг/га [131].

В условиях Западного Предкавказья в агроценозах льна-кудряша рекомендуют применение баковых гербицидных смесей Гербитокс, ВРК, 1,0 л/га + Гербитокс, ВРК (1,0 л/га) на фоне достаточного увлажнения; в то же время более эффективное действие в зоне недостаточного увлажнения показывает совместное использование комплекса гербицидов Секатор Турбо, МД, 0,1 л/га + гербицид Миура, КЭ, 1,2 л/га [198].

В тех же опытах [198] хороший эффект дает Миура, КЭ, 1,2 л/га + Клео, ВДГ, 0,12 кг/га как в зоне недостаточного, так и умеренного по выпадению осадков за сезон вегетационного года. Одновременно ученые констатируют отрицательное действие в агроценозах льна комбинаций Миура, КЭ, 1,2 л/га + Магнум, ВДГ, 0,01 кг/га, а также Миура, КЭ 1,2 л/га + Тифи, ВДГ, 0,025 кг/га, которые снижали показатели структуры урожая, продуктивность культуры, и низкий экономический эффект [198].

Хороший эффект в борьбе с широким спектром сорной растительности на почвах Ростовской области показала комбинация гербицидов Пантера, 0,5 л/га + Фенизан, 0,09 л/га с обработкой культуры в фазу «елочки» [6].

Так, в степной зоне Волгоградской области высокую эффективность в агроценозах льна масличного проявил Лонтрел 300 [97].

При оценке засоренности в посевах льна масличного Д.В. Бочкарев, А.В. Столяров, А.Н. Никольский [120] обращают внимание на выработку комплекса мероприятий по борьбе с корневищными и корнеотпрысковыми видами сорной растительности. Именно эти виды имеют хорошо развитую корневую систему, которая глубоко проникает в почву, и успешно конкурирует с культурным льном. Такого же мнения придерживаются и другие ученые [45, 62].

А.А. Кунцевич [51, 82, 83] в своих исследованиях получил максимальный эффект в борьбе с сорняками в посевах льна сорта Санлин при работе гербицидной смесью в фазу «елочки» Агритокс, 0,8 л/га + Пантера, 1 л/га. Хорошие результаты в борьбе с сорной растительностью показали гербициды Хармани, 20 г/га + Кортес, 6 г/га при обработке в той же фазе, что и первая смесь [84].

В зоне неустойчивого увлажнения в условиях Ставропольского края хорошие результаты в борьбе с сорняками в агроценозах льна масличного показали баковые гербицидные смеси Секатор Турбо, 0,03 л/га + Аккурат, 0,004 кг/га, а также Агроксон, 250 л/га + Аккурат, 0,004 кг/га. На делянках с обработками пестицидами урожайность семян культуры составила 1,49 и 1,51 т/га соответственно, или на +0,1 и +0,12 больше контрольного варианта [47].

1.4. Некоторые аспекты применения минеральных удобрений в технологии производства льна и трансформация пахотной дерново-подзолистой почвы в современных условиях

С учетом низкого плодородия дерново-подзолистых почв обосновано возможное ускоренное воспроизводство плодородия пахотных почв данного типа, которое достигается за счет поддерживающего внесения органических удобрений и использования сидератов в комплексе со смесью из минеральных удобрений и известкового материала [64, 185, 186]. Важно иметь расчетные дозы удобрений, которые вносят в рамках звена севооборота, где используется подсев сидеральных культур или пара [177].

Для повышения показателей агрономической и экономической эффективности на окультуренных типах дерново-подзолистой почвы необходимо внедрять азотно-калийную систему удобрений. При этом необходимо учитывать свойства почв, а также биологические особенности сельскохозяйственных культур [23].

Агрофизические показатели почвы во многом характеризуют способность последней удовлетворять потребности сельскохозяйственных культур в необходимых элементах питания и других факторах в процессе развития [65].

По тридцатилетним опытным данным вологодских ученых [176, 190, 191] выявлено, что применение системы минеральных удобрений на дерново-подзолистой почве тормозило снижение показателей гумуса в 1,1 раза. А при реализации органоминеральной системы удобрений в условиях Нечерноземья снижение гумуса составило 0,03–0,05% [25, 202].

Так, А.В. Иванова [66], опираясь на результаты своих опытов, предлагает получать более высокие урожаи агрокультур на дерново-подзолистых почвах за счет применения серосодержащих минеральных удобрений в разрезе севооборотов. В исследованиях с серосодержащими удобрениями [112] элементарная сера в течение полумесяца переходила на 61% в легкодоступную форму для сельскохозяйственных культур, при условии нормального режима и ГТК, приближенного к 1.

В выращивании льна масличного важно использование бора. В опытах в условиях Беларуси [17, 141] на дерново-подзолистых почвах эффективно использование некорневых подкормок агрохимикатом МикроСтим-Бор, 0,05 кг /га. Данные микроудобрения применяли в комплексе с минеральными удобрениями в дозе $N_{60}P_{60}K_{120} + Zn_{0,2}$. В тех же исследованиях рекомендуется обработка льна МикроСтим-Цинк, Бор с концентрацией 0,16 кг/га и 0,10 кг/га [140].

Кроме морфобиологических характеристик сельскохозяйственных культур при выращивании в том или ином регионе, в том числе такой культуры как лен, важное значение в увеличении продуктивности агрофитоценоза отводится внесению извести и удобрений [126, 172]. Кроме необходимого азота, из макроэлементов особое значение для льна имеет калий [8].

Анализируя труды многих ученых, констатируем, что лен хорошо отзывается на минеральные удобрения, особенно азотные. Так, О.Ю. Сорокина [161] на дерново-подзолистых почвах Центрального Нечерноземья рекомендует выращивать данную масличную культуру на фонах $N_{45}P_{60}K_{90}$ и комплекса $N_{31}P_{51}K_{31} + B_{2,2}$.

В этих же исследованиях хорошие результаты в прибавке семян дает использование $N_{30}P_{30}K_{30} + \text{Сивид-Zn}$ [161].

Бормагниевое удобрение под лен вносят на низинных почвах в дозах 15–20 кг из расчета 0,35–0,7 кг бора/га. Бор во многом помогает регулированию и контролю за бактериальной микрофлорой при выращивании льна, снижает или предотвращает заболеваемость бактериозом [144].

Лучшее действие на посевах льна удобрения оказывают при послойном их внесении под вспашку в качестве основного удобрения или при внесении в рядки

при посеве либо в виде некорневых подкормок. При рядковом внесении вместе с семенами льна гранулированный суперфосфат нейтрализуют золой или известью, которые добавляют к суперфосфату с количестве 3–5% его веса при тщательном перемешивании. После нейтрализации гранулированный суперфосфат для внесения вместе с семенами льна на обычных рядовых посевах применяют в норме 0,25–0,5 ц/га [166].

В исследованиях М.А. Носевич и Е.В. Абушиновой [3, 114], проведенных в условиях Ленинградской области, были выявлены эффективные дозы минеральных удобрений $N_{30}P_{40}K_{60}$ под культивацию перед посевом льна масличного, что гарантировало урожайность культуры в 2,4 т/га и содержанием жира в 36–40% с высокой экономической эффективностью.

В других исследованиях [2, 115] получена закономерность увеличения показателя коробочек на 3–7 шт. на растении с увеличением дозы вносимого минерального азота с N_{30} до N_{90} на 1 гектар на дерново-карбонатных почвах.

В другом опыте, на дерново-подзолистых почвах со льном-долгунцом [157] высокая эффективность достигается на фоне комбинации агрохимикатов Азотовит + Фосфатовит при внесении азофоски, а также с борными удобрениями и ОМУ «Льняное». В данном трехлетнем опыте более высокая урожайность маслосемян выявлена на делянках с ОМУ «Льняное» + комплекс микробиологических удобрений, где урожайность составила 1,43 т/га. Подобные исследования [21, 158, 160, 162] подтверждают эффективность комплексного использования минеральных и биоорганических удобрений в посевах льна.

Высокие значения в выращивании масличной культуры показали хелатные удобрения Хелатон Экстра и Хелат Zn в условиях опытной станции РГАУ–МСХА [55, 56, 57]. На делянках с применением данных агрохимикатов качество семян неизменно повышалось, что можно проследить по увеличению содержания K, Si, Cu, Zn, Ca и Mg – элементов, которые участвуют в формировании маслообразовательных процессов. Агрохимикат Хелат Zn увеличивал в семенах льна количество протеина на 3,4–5,3 %, жира на 6,4–7,7 % к контрольному варианту [188].

Каждый вид культуры индивидуально регулирует поступление элементов питания для жизни, свойственных только для конкретного растения, определяя количество и качество соединений [49, 105]. Избыток или недостаточное поступление элементов будет приводить к нарушению синтетического цикла в обмене, который отразится в визуализации внешнего строения и окраски растения [194]. Определить конкретное нарушение обмена веществ и недостаток в элементах питания призвана помочь визуальная диагностика [195].

Отметим, что согласно данным исследований [126, 127] внесение известки один раз в 6-летнюю ротацию сельскохозяйственных культур 2–3 т/га известки выгодно усиливало агрохимические характеристики дерново-подзолистой почвы, а также повышало урожайность льна в 2 раза по всем делянкам опыта. В этом же опыте лен качественно отзывался на внесение фосфорно-калийных удобрений.

Как альтернативу повышения плодородия почв или сдерживания от снижения данных органики, и с целью повышения урожая растений, можно рассмотреть применения осадков сточных вод осенью, в дозировках 100–180 т/га, под зяблевую вспашку или в звене севооборота [15]. При этом важно до внесения полностью проанализировать мониторинговые показатели ОСВ на содержание тяжелых металлов и микробиологическую составляющую [81].

Так, удобрения и известка вызывают большие энергетические затраты, связанные с их внесением в процессе выращивания культур, при этом с учетом высокого агроэкологического влияния в технологии коэффициент энергетической эффективности тоже увеличивается [9, 46].

В целом, на дерново-подзолистых почвах Нечерноземья, имеющих большую погрешность внесения удобрений и пестроту содержания почвенного плодородия, реализацию системы удобрений в хозяйстве рекомендуется выполнять с помощью создания карт цифровой модели рельефа, выделения и формирования групп потенциального плодородия полей или массивов, карт урожайности и других перспективных приемов точного земледелия [24, 58, 231].

Заключение. Лен масличный имеет различные направления использования, являясь важной высокомаржинальной культурой, которая, кроме сырья для мас-

ложировой промышленности, применяется в фармацевтической, химической промышленности, кормопроизводстве, при производстве биоэтанола и биодизеля, представляя собой важный возобновляемый источник энергии. Анализируя работы отечественных и зарубежных ученых, производителей, констатируем высокие адаптационные возможности льна масличного, который хорошо произрастает на большой территории в мире и в России, в том числе в Нечерноземной зоне.

При определении нормы льносемян надо принимать во внимание плодородие почвы, по данным исследователей, она может составлять 7–8 млн шт./га при посеве семян в условиях Нечерноземья в первой половине мая. Важный фактор в увеличении продуктивности агрофитоценоза льна отводится внесению извести и удобрений. Кроме необходимого азота, из макроэлементов важное значение для культуры имеют калий и фосфор, а также микроудобрения, особенно такие, как бор, марганец, цинк и сера; эффективны микробиологические удобрения и гуматы. Четкой дозы внесения удобрений не существует, она должна исходить из дифференциации почвенного плодородия, условий внешней среды, планируемой урожайности, сорта и других факторов.

В Центральном Нечерноземье посевы льна масличного еще недостаточно велики и ограничиваются несколькими тысячами гектаров ежегодно, что во многом обусловлено низкой урожайностью культуры, хотя потенциал ее в условиях региона составляет 2,5–3,5 т/га. Повышение продуктивности льна масличного – важная задача, стоящая перед учеными и производителями. С появлением новых сортов льна, которые обладают хорошей сбалансированностью по жирнокислотному составу и содержанию омега-3 и омега-6, у культуры имеются большие перспективы для производства и реализации маслосырья на внутреннем и внешнем рынке.

ГЛАВА 2. МЕСТО, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Климатические условия в годы проведения полевых опытов

Полевые опыты были заложены с 2021 года на опытном поле ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, микрорайон Барыбино, Домодедовского района Московской области, и проводились в 2021-2023 годах.

Климат местности умеренно-континентальный, с тёплым летом, периодически холодной зимой, часто с устойчивым снежным покровом и выраженными переходными сезонами весны и осени.

Средняя годовая температура воздуха по многолетним наблюдениям составляет $3,6^{\circ}\text{C}$, количество осадков 607 мм. Анализируя статистические данные, наиболее холодными месяцами являются январь и февраль, среднемесячная температура которых составляет соответственно $-10,8^{\circ}\text{C}$ и $-10,2^{\circ}\text{C}$. Наиболее тёплые месяцы – июль и август со среднемесячной температурой $+17,7^{\circ}\text{C}$ и $+16,0^{\circ}\text{C}$. В эти же месяцы отмечается наибольшее количество осадков: по среднемноголетним данным 78 мм в июле и 74 мм в августе.

Период средней суточной температуры атмосферного воздуха свыше 5°C по среднемноголетним данным составляет 170 дней, с температурой свыше 10°C – 130 дней. В первый период вегетации (май – июнь) часто отмечаются засухи различной степени интенсивности, что характерно для зоны неустойчивого увлажнения.

Вегетационный период масличной культуры сорта Уральский составляет 96 дней, посев производится в первой декаде мая, уборка – в первой декаде августа, поэтому на рисунке 1 и в приложении 1 представлены метеорологические данные за май – август 2021-2023 годов. Представленные данные позволяют дать развернутую характеристику трёх вегетационных периодов, в которые проводились полевые исследования. 2021 год переувлажнённый, поскольку гидротермический коэффициент вегетационного периода равен 2,0. Наибольшее количество осадков выпало в мае – 179 мм (3,6 нормы) и в июне – 155 мм (2,5 нормы).

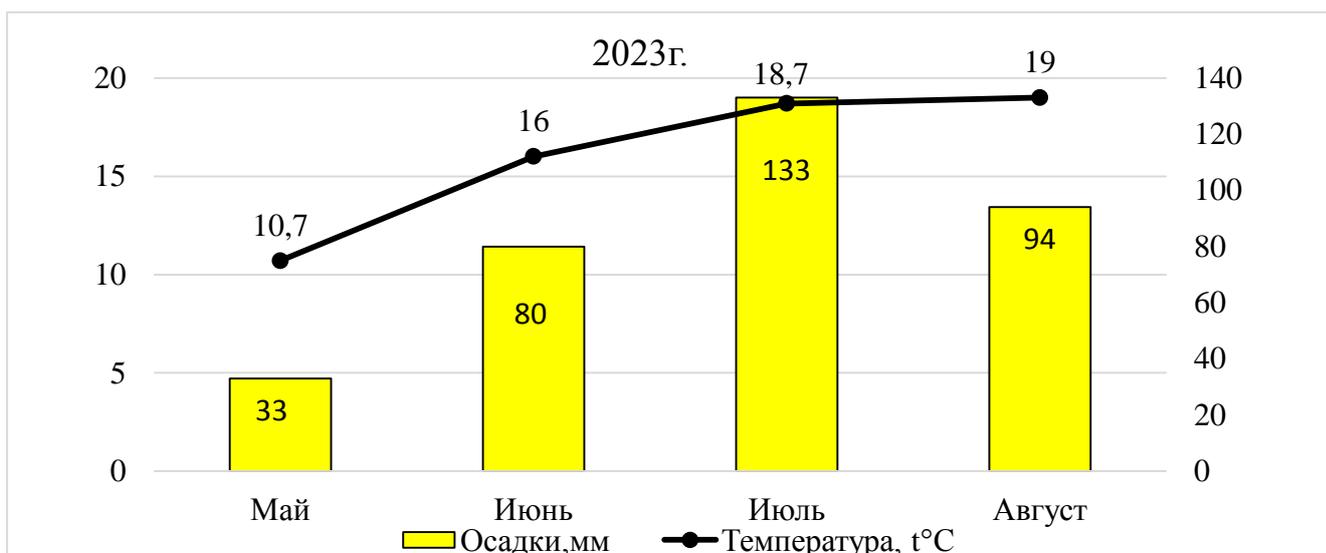
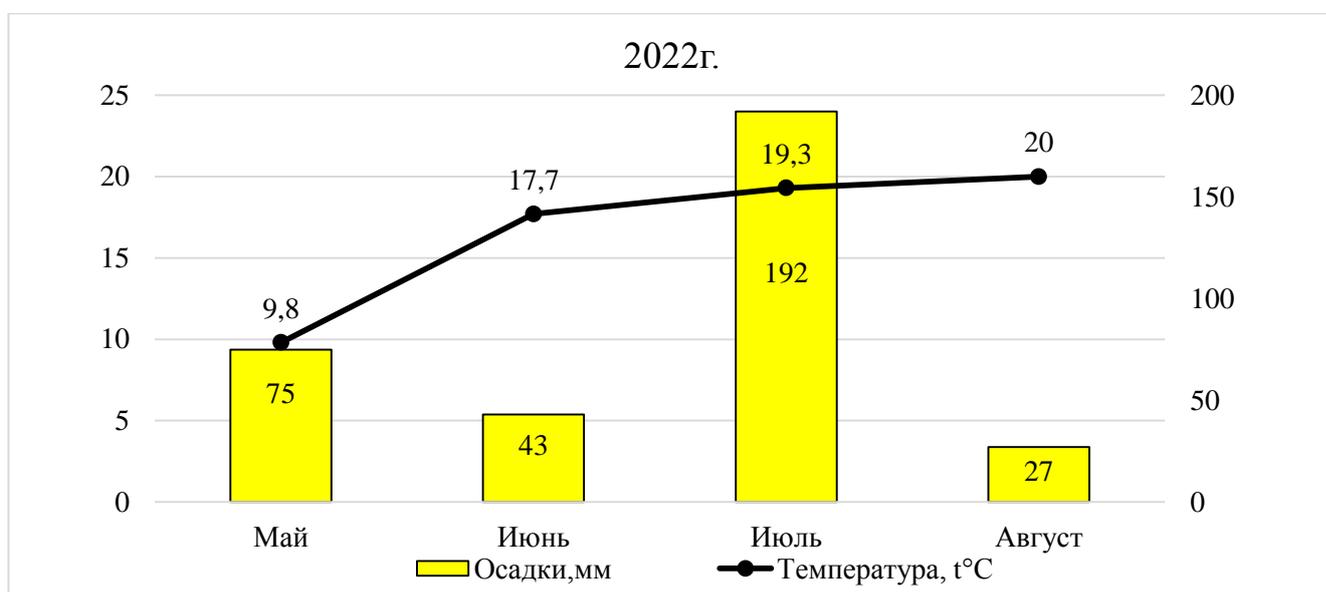
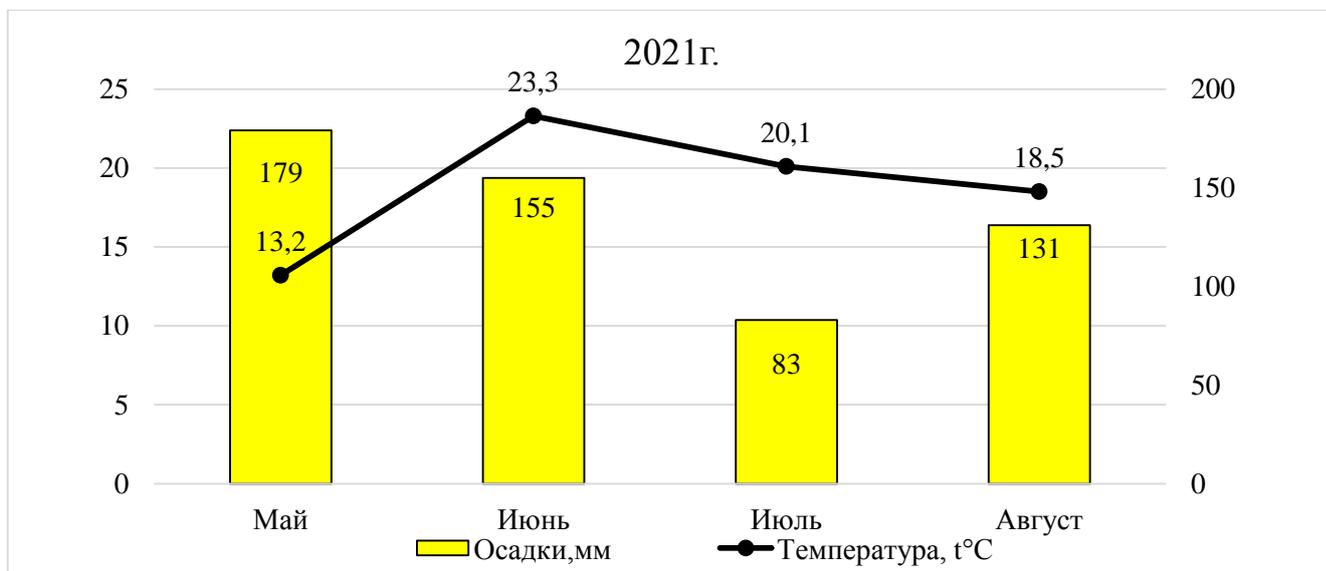


Рисунок 1 – Метеорологические условия в годы проведения опытов, по данным метеостанции г. Домодедово

Температура мая незначительно уступала среднемноголетнему показателю, июнь был очень тёплым (на 8,6°С выше среднемноголетнего), июль тоже на 2,4°С был теплее, чем обычно. Первая декада августа была благоприятной для уборки урожая льна масличного.

2022 год был более влажным, чем предыдущий (ГТК составляет 2,2), однако осадки распределялись по вегетационному периоду очень неравномерно. В мае, при общем количестве осадков 75 мм (1,5 нормы), в первую декаду выпало лишь 2 мм. В июне выпало 43 мм (0,7 нормы), а в июле выпало более половины осадков всего вегетационного периода – 179 мм или 2,5 среднемноголетней месячной нормы. Таким образом, условия для всходов, созревания и уборки льна масличного сложились неблагоприятно и не позволили получить планируемый урожай культуры.

2023 год был самым неблагоприятным по климатическим условиям вегетационного периода. Во второй декаде мая осадков не выпадало и среднемесячная температура была на 2,7°С ниже среднемноголетнего показателя, что очень осложнило появление дружных всходов и развитие культуры в первые недели периода вегетации. Во второй декаде июня так же выпало малое количество осадков – всего 6 мм при высокой температуре воздуха, что ещё более осложнило формирование высокого урожая. В июле выпало 1,7 месячной нормы осадков и уборка культуры проводилась при повышенной влажности. Таким образом, отмеченный комплекс неблагоприятных метеорологических условий явился причиной получения самого низкого урожая семян льна масличного за все годы наших исследований.

В заключение необходимо отметить, что сложившиеся в годы исследований разнообразные метеорологические условия, увеличивают достоверность полученных в полевых опытах данных и дают возможность сформулировать логически и статистически обоснованные тенденции и закономерности, сделать выводы и дать рекомендации сельскохозяйственным товаропроизводителям по эффективным методам возделывания льна.

2.2. Почва опытного участка

Полевые исследования проводились на слабокультуренной дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве.

Агрохимическая характеристика почвы (0-17(20) см):

- реакция почвенной среды среднекислая: рН КСI – 5,25-5,33;
- содержание азота в различных формах низкое: N-NO₃ – 9,7-9,9 мг/кг; N-NH₄ – 2,75-2,85 мг/кг;
- содержание подвижного фосфора повышенное: P₂O₅ – 145-157 мг/кг;
- содержание обменного калия повышенное: K₂O – 168-176 мг/кг;
- содержание органического вещества низкое: гумус – 2,0 %.

Генетические горизонты почвы:

A₁ (0-12 см) – гумусовый, палево-серой окраски, комковато-порошистой структуры;

A₁A₂ (13-17 см) – переходный, неравномерно окрашенный от серых к бурым тонам, комковато-порошистой структуры;

A₂ (18-32 см) – подзолистый, серовато-белёсой окраски, плитчато-листоватой структуры;

A₂B (33-45 см) – переходный, буровато-белёсой окраски, комковато-мелкоореховатой структуры;

B (46-105 см) – иллювиальный, красновато-бурой окраски, ореховато-призматической структуры;

C (106-150 см) - подстилающая порода – покровная глина.

Заключение - дерново-подзолистая тяжелосуглинистая почва опытного участка имеет существенный дефицит азотного питания и нуждается во внесении значительных норм азотных удобрений. Низкое содержание гумуса в пахотном слое и небольшая глубина последнего требует дополнительных мероприятий по комплексному окультуриванию, без которых невозможно получение высоких и устойчивых урожаев возделываемых культур.

2.3. Схема и методика опыта

Для формирования схем двухфакторного полевого опыта 1 и трёхфакторного полевого опыта 2 по определению эффективности различных доз минерального питания на изменение урожайности льна масличного было принято четыре уровня урожайности: 1,5 т/га, 2,0 т/га, 2,5 т/га и 3,0 т/га.

При расчёте доз минеральных удобрений на различные уровни урожайности использовали данные по содержанию в них основных элементов питания и коэффициентов использования и содержанию доступных элементов питания в дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве и характерных для неё коэффициентов использования (таблица 1).

Из таблицы следует, что для получения в полевых опытах 1 и 2 планируемого урожая семян льна масличного 1,5 т/га, содержание фосфора и калия в почве полностью компенсирует вынос этих элементов питания с урожаем. Дефицит отмечен только по азотному питанию, и норма азотных удобрений составляет N_{95} . Для получения планируемого урожая 2,0 т/га требуется уже внесение азотных и калийных удобрений с нормой $N_{135}K_{30}$, а потребности в фосфоре компенсируются запасами в дерново-подзолистой почве. Для планируемой урожайности 2,5 т/га и 3,0 т/га требуется внесение полной нормы минерального удобрения – $N_{175}P_{20}K_{65}$ и $N_{215}P_{60}K_{100}$ соответственно.

Вторым фактором, изучаемым в двухфакторном полевом опыте 1, явилась обработка посевов льна масличного в фазу «ёлочки» микроудобрением Микроплюс в дозе 0,5 л/га с контрольным необрабатываемым вариантом. План полевого опыта 1 изображен на рисунке 2.

Двухфакторный опыт 1, в наших исследованиях, был заложен методом расщеплённых делянок, в четырёхкратном повторении.

Параметры делянок и площадь опыта 138x140 м (1,93 га). Размер делянок первого порядка 32x126 м (0,4 га); второго порядка 8x60 м (480 м²). Размер учётной делянки 2x60 м (120 м²).

Ширина внешних и внутренних защитных полос 6 м.

Таблица 1 – Расчёт дозы внесения удобрений на планируемый урожай льна масличного в полевых опытах 1 и 2

№ п/п	Показатели	урожай 1,5 т/га			урожай 2,0 т/га			урожай 2,5 т/га			урожай 3,0 т/га		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	Вынос элементов питания на 1 т основной продукции льна масличного с учётом побочной, кг	50	20	50	50	20	50	50	20	50	50	20	50
2.	Вынос элементов питания на планируемый урожай льна масличного, кг/га	75	30	75	100	40	100	125	50	125	150	60	150
3.	Количество подвижных элементов питания в почве, мг/кг	13,5	151	172	13,5	151	172	13,5	151	172	13,5	151	172
4.	Запасы подвижных элементов питания в почве, кг/га	40,5	453	516	405	453	516	40,5	453	516	40,5	453	516
5.	Коэффициенты использования NPK растениями из почвы	0,3	0,1	0,15	0,3	0,1	0,15	0,3	0,1	0,15	0,3	0,1	0,15
6.	Количество NPK. потреблённых растениями из почвы кг/га	12,2	45,3	77,4	12,2	45,3	77,4	12,2	45,3	77,4	12,2	45,3	77,4
7.	Дефицит элементов питания, кг/т	62,8	-15,3	-2,4	87,8	-5,3	22,6	112,8	4,7	47,6	137,8	14,7	72,6
8.	Коэффициенты использования NPK из минеральных удобрений	0,65	0,25	0,75	0,65	0,25	0,75	0,65	0,25	0,75	0,65	0,25	0,75
9.	Количество элементов питания, необходимых для покрытия дефицита, кг/га	95,4	-	-	135,1	-	30,1	173,5	18,8	65,5	212,0	58,9	96,8
10.	Норма минеральных удобрений на планируемую урожайность, кг/га	95	-	-	135	-	30	175	20	65	215	60	100

Фактор В (обработка микроудобрением Микрополидок Плюс)

Без обработки

Обработка
Микрополидок Плюс

Повторность 4	1	6 м	8 м	3,0 т/га
	2			
	3			
	4			
Повторность 3	1	6 м	32 м	2,5 т/га
	2			
	3			
	4			
Повторность 2	1	6 м	2,0 т/га	Фактор А (планируемая урожайность льна масличного)
	2			
	3			
	4			
Повторность 1	1	6 м	1,5 т/га	Фактор А (планируемая урожайность льна масличного)
	2			
	3			
	4			
60 м		60 м		

Рисунок 2 – План опыта 1 по выявлению эффективности доз минерального удобрения и обработки микроудобрением Микрополидок Плюс на изменение урожайности льна масличного.

Первым фактором, изучаемым в трёхфакторном полевом опыте 2, были два различных предшественника для льна масличного – яровая пшеница и озимая пшеница.

Вторым фактором являлись четыре уровня планируемой урожайности льна: 1,5 т/га, 2,0 т/га, 2,5 т/га и 3,0 т/га и рассчитанные нормы минерального удобрения (соответствуют нормам полевого опыта 1).

Третьим фактором были различные баковые смеси гербицидов, применяемые для опрыскивания посевов льна масличного в фазу «ёлочки» при высоте культуры 5-10 см. Заложено три варианта: 1 – контроль (без обработки); 2 – обработка гербицидами Хакер ВРГ, 80 г/га + Магнум ВДГ, 8 г/га и 3 – обработка Хакер ВРГ, 80 г/га + Гербитокс ВРК, 0,8 л/га. Схема опыта 2 показана на рисунке 3.

Второй опыт со льном был заложен по рекомендациям методом расщепленных делянок, в четырехкратном повторении.

Параметры исследовательского участка 206x275 м (5,67 га). Размер делянок по фактору А 96x261 м (2,5 га); по фактору В 60x192 м (1,15 га); по фактору С 8x60 м (480 м²), где варианты размера учетной делянки составил 2x60 м (120 м²).

Отметим, что ширина внешних защитных полос на участке со льном составило 7 м и внутренних – 6 м.

Технология возделывания льна масличного была общей для обоих полевых опытов и включала следующие приёмы: основная обработка - дискование стерни на 12-14 см (МТЗ-1221 + БДН-2,4x2), зяблевая вспашка проведена на 20-22 см (МТЗ-1221 + ПЛН-4-35); предпосевная обработка – ранне-весеннее боронование (МТЗ-1221 + БЗСС-1,0), внесение минеральных удобрений (МТЗ-1221 + РУМ-8), культивация на 6-8 см (МТЗ-1221 + КПМ-6). Посев с нормой 7 млн. на 1 га проводили сеялкой Amazon D9 4000 Super, в первую декаду мая.

В полевом опыте 2 все делянки, в том числе контроль, обрабатывались гербицидом Миура КЭ с дозой 1 л/га против многолетних и однолетних злаковых сорняков. Учёт урожая осуществляли сплошным методом комбайном Terrior-Sampo SR2010 с шириной захвата 2 м.

Фактор В (внесение на планируемый урожай льна минеральных удобрений)

B1 - 1,5 т/га
N₉₅

B2 - 2,0 т/га
N₁₃₅K₃₀

B3 - 2,5 т/га
N₁₇₅P₂₀K₆₅

B4 – 3,0 т/га
N₂₁₅P₆₀K₁₀₀

60 м

7 м

60 м

7 м

60 м

7 м

60 м

ПОВТОРНОСТЬ	4						C1	24 м	А2 - озимая пшеница Фактор А (предшественник)
							C3		
							C2		
	3							C2	
								C3	
								C1	
	2							C3	
								C2	
								C1	
	1							C1	
								C2	
								C3	
ПОВТОРНОСТЬ	4						C2	96 м	А1 - яровая пшеница Фактор А (предшественник)
							C1		
							C3		
	3							C3	
								C2	
								C1	
	2							C3	
								C1	
								C2	
	1							C2	
								C3	
								C1	

Фактор С (обработка посевов льна масляного гербицидами)

Вариант С1 – без обработки;

Вариант С2 – обработка Хакер ВРГ + Магнум ВДГ;

Вариант С3 – обработка Хакер ВРГ + Гербитокс ВРК.

Рисунок 3 – План многофакторного полевого опыта 2 по изучению эффективности использования удобрений, гербицидов на продуктивность льна масляного на фоне различных предшественников

Сорт льна масличного Уральский выведен ФГБНУ ВНИИЛ «Уральский НИИСХ». Включён в Госреестр селекционных достижений РФ в 2017 году. Отличается ранней спелостью, высоким содержанием масла, устойчивостью к полеганию и основным грибным болезням.

Агрохимические анализы почвы и растительных проб выполнены в лабораториях ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова» по общепринятым методикам и ГОСТам [38, 39, 40, 43, 105, 194, 195].

Проведение полевых опытов, наблюдения по вегетации льна масличного, дисперсионный и статистический анализы полученных данных проводились по методике полевого опыта в изложении Б.А. Доспехова [48]; при определении структуры урожая льна масличного, подсчете урожая использовались рекомендации, изложенные в методиках агротехнических исследований в опыте и методике государственного сортоиспытания [92, 99, 100, 101].

Выбор пестицидов и агрохимикатов и их применение, учет вредных объектов, согласно [44, 99, 101, 103, 104].

Качество масличных семян льна определяли в лабораториях ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова» и лабораториях ООО «Кубань-масло-ЕМЗ» Тульской области согласно общепринятым методикам [101, 102] и ГОСТам [34, 35, 36, 37, 41, 42].

Подсчет экономической эффективности – с помощью соответствующих показателей, с учетом технологической карты, цен на ресурсы и тарифных ставок при помощи рекомендаций [76, 98]. Биоэнергетическую оценку технологии с учетом предложенных приемов по выращиванию изучаемой масличной культуры, согласно методическим рекомендациям [94].

ГЛАВА 3. ПРИМЕНЕНИЕ АГРОХИМИКАТА МИКРОПОЛИДОК ПЛЮС В АГРОЦЕНОЗАХ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗАХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

3.1. Формирование структуры урожая масличного льна при применении доз минеральных удобрений и обработки Микрополидок Плюс

Изучение различных составляющих структуры урожая любой сельскохозяйственной культуры позволяет более полно и доказуемо проанализировать данные по главному результирующему фактору любого полевого исследования – урожайности возделываемой в опыте культуры.

Для льна масличного приняты следующие основные элементы структуры урожая: количество растений (шт./м²); число коробочек (шт./раст.); высота прикрепления нижних ветвей (см) и масса 1 000 семян (г).

Данные по указанным выше показателям структуры урожая и урожайности исследуемой культуры представлены в приложениях 2-14.

Средние значения показателей структуры формирования урожая масличной культуры по годам исследования в полевом опыте 1 отличались весьма незначительно, хотя тенденция их уменьшения от первого 2021 года исследования к последнему 2023 году прослеживается отчётливо.

Так, в 2021 году среднее количество растений составляло 566 шт./м²; число коробочек 13,3 шт./раст.; высота прикрепления нижних ветвей 17,3 см и масса 1 000 семян 5,8 г. В 2022 году эти показатели уменьшились незначительно: количество растений до 546 шт./м² (- 3,5 %); число коробочек до 12,8 шт./раст. (-2,2 %); высота прикрепления нижних ветвей составила 16,8 см (-2,9 %) и масса 1 000 семян уменьшилась до 5,7 г (-1,7 %).

В 2023 году выявленная тенденция уменьшения показателей структуры урожая подтвердилась и разница с исходным 2021 годом была более существенной: количество растений уменьшилось на 56 шт/м² (-3,9 %); число коробочек –

на 0,7 шт./раст. (-5,3 %); высота прикрепления нижних ветвей на 1,2 см (-6,9 %) и масса 1 000 семян – на 0,25 г (-4,3 %).

На рисунке 4 представлены делянки растений льна масличного в фазу цветения – начала созревания (начало образование коробочек), на фоне обработки агрохимикатом при различных расчетных уровнях минерального питания. На рисунке визуально сравнительно мощные растения льна на вариантах 3 ($N_{175}P_{20}K_{65}$) и 4 ($N_{215}P_{60}K_{100}$), по сравнению с вариантом 1 (N_{95}), что подтверждается данными подсчета структуры урожая культуры.

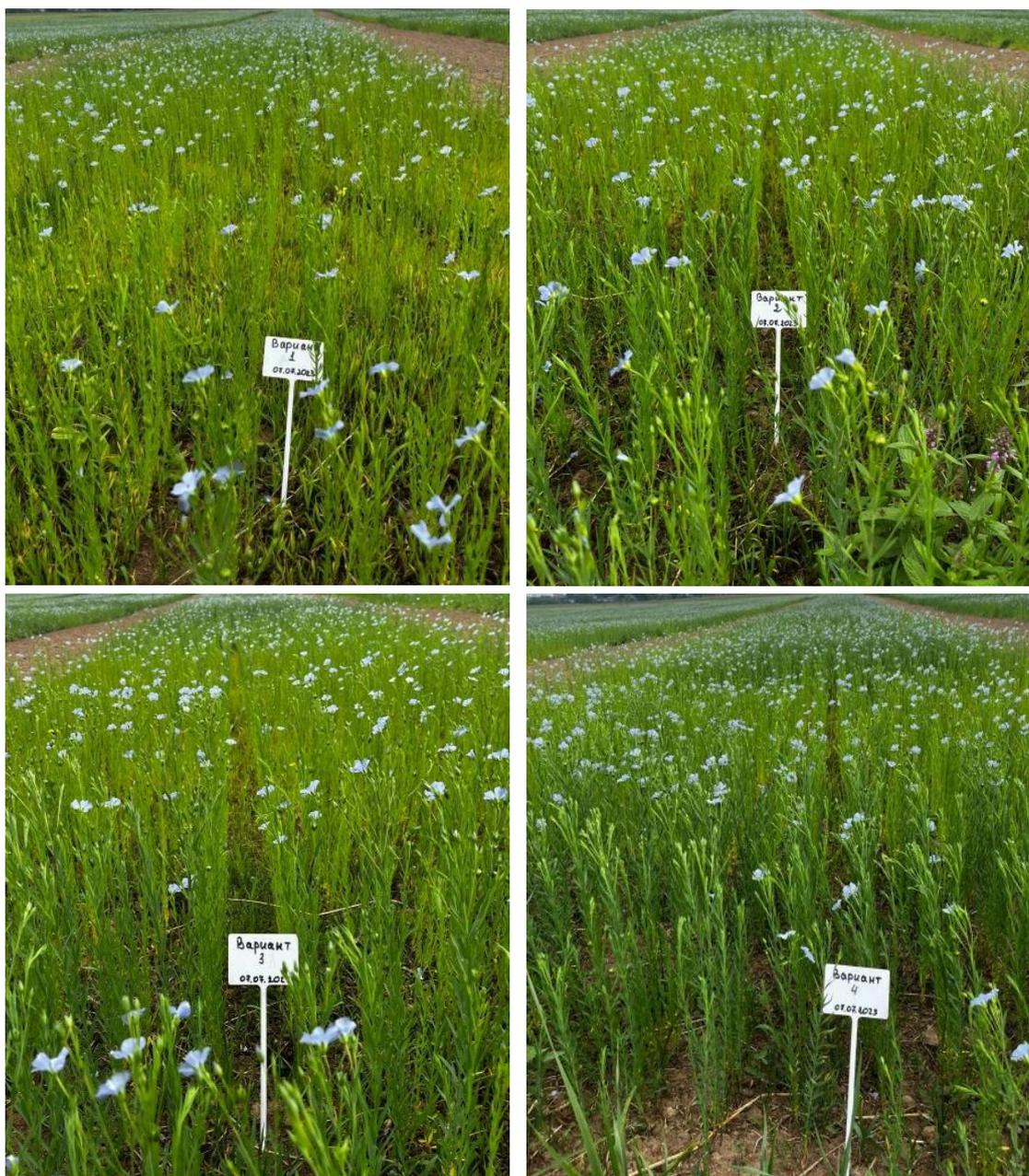


Рисунок 4 – Варианты опытного льна на фоне различных уровней питания и планируемой урожайности: 1) 1,5 т/га; 2) 2,0 т/га; 3) 2,5 т/га; 4) 3,0 т/га

Для дальнейшего анализа показателей структуры урожая льна данные по годам были усреднены до обобщённых значений в целом по исследованию и затем детально рассмотрены изменения каждого из показателей структуры урожая в зависимости от изучаемых в полевом опыте 1 факторов (таблицы 2-5).

Таблица 2 – Количество растений льна (шт./м²), среднее 2021-2023 гг.

Планируемая урожайность, т/га	Обработка Микрополидок Плюс		Среднее по фактору А
	–	+	
1,5	455	467	461
2,0	519	535	527
2,5	574	587	581
3,0	588	600	594
Среднее по фактору В	534	547	541

Таблица 3 – Высота прикрепления нижних ветвей льна (см), среднее 2021-2023 гг.

Планируемая урожайность, т/га	Обработка Микрополидок Плюс		Среднее по фактору А
	–	+	
1,5	14,61	15,03	14,82
2,0	16,30	16,90	16,60
2,5	17,54	17,82	17,73
3,0	17,85	18,10	18,02
Среднее по фактору В	16,60	17,01	16,82

Таблица 4 – Число коробочек льна (шт./раст.), среднее 2021-2023 гг.

Планируемая урожайность, т/га	Обработка Микрополидок Плюс		Среднее по фактору А
	–	+	
1,5	12,05	12,11	12,05
2,0	12,50	12,61	12,55
2,5	13,01	13,20	13,10
3,0	13,30	13,40	13,35
Среднее по фактору В	12,71	12,80	12,75

Таблица 5 – Масса 1000 семян льна (г), среднее 2021-2023 гг.

Планируемая урожайность, т/га	Обработка Микрополидок Плюс		Среднее по фактору А
	–	+	
1,5	5,30	5,45	5,35
2,0	5,65	5,75	5,65
2,5	5,80	5,90	5,85
3,0	5,90	6,00	5,95
Среднее по фактору В	5,65	5,75	5,70

Наибольшие отличия между вариантами отмечены по количеству растений. По варианту 2,0 т/га планируемого урожая в сравнении с контрольным (1,5 т/га планируемого урожая) увеличение составляет 66 шт./м² (14,3 %). По варианту 3,0 т/га соответствующие значения – 133 шт./м² (28,95 %).

На рисунке 5, видно, что большее число коробочек – одного из основных показателей формирующего продуктивность, у растений льна, которые были выращены на расчетных уровнях минерального питания с большей планируемой урожайностью.



Рисунок 5 – Типичные растения льна на вариантах с действием агрохимиката Микрополидок при различных уровнях планируемой урожайности

Обработка посевов препаратом Микрополидок Плюс в среднем по опыту увеличивает количество растений на 13 шт./м² (2,43 %). Совместное действие ми-

неральных удобрений, рассчитанных на получение планируемой урожайности льна 3 т/га и препарата Микрополидок Плюс обеспечивает максимальное количество растений 600 шт./м² в среднем по полевому опыту 1.

Несколько меньшие отличия отмечены по высоте прикрепления нижних ветвей льна масличного. Если на контроле этот показатель имел значение 14,8 см, то на делянках планируемой урожайности 3,0 т/га – прирост составил 3,2 см (21,6 %). Микроудобрение Микрополидок Плюс в среднем по опыту обеспечивает увеличение высоты прикрепления нижних ветвей на 0,4 см (2,41 %). Следует отметить,



что обработка посевов препаратом Микрополидок Плюс очень незначительно влияет на изменение показателей всех элементов структуры урожая: всего коробочек на 1 растение льна увеличивается лишь на 0,1 шт. (0,8 %); масса 1 000 семян на 0,1 г (1,8 %).

Среди вариантов первого порядка, как и по другим элементам структуры урожая, наибольшие значения показывал вариант с планируемой урожайностью 3,0 т/га, где количество коробочек на 1 растение составило 13,35 шт. (превышение контроля на 1,3 шт. (10,8 %) и масса 1 000 семян 5,95 г с прибавкой к контролю 0,6 г (11,2 %). На рисунке 6 показаны типичные растения льна с обработкой Микрополидок Плюс и без обработки, где высота растений и количество коробочек существенно выше на варианте с обработкой агрохимикатом.

Рисунок 6 – Растения льна, полученные на делянке с запланированной урожайностью в 2,5 т/га на фоне обработки Микрополидок Плюс и без обработки

Таким образом, по всем показателям структуры урожая масличной культуры наивысшие показатели отмечаются при применении нормы минеральных удобрений N₂₁₅P₆₀K₁₀₀, рассчитанной на планируемую урожайность 3,0 т/га в комплексе с обработкой посевов препаратом Микрополидок Плюс.

3.2. Урожайность льна при применении доз минеральных удобрений и обработки Микрополидок Плюс

Урожайность исследуемой в полевом опыте сельскохозяйственной культуры является решающим, определяющим результат эксперимента фактором анализа. Именно этот фактор должен быть всесторонне изучен, должны быть выявлены все возможные взаимосвязи и зависимости урожайности от природных, антропогенных, экологических и прочих значимых составляющих полевого эксперимента.

В наших исследованиях, проведённых в течение трёх вегетационных периодов 2021-2023 годов на опытных полях ФГБНУ ВНИИА, Московской области на слабокультуренной дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве были получены данные по урожайности льна масличного сорта Уральский, согласно схемы и методики в двухфакторном полевом опыте 1. Результаты представлены, как по отдельным годам (таблицы 6-8) так и в среднем за годы опыта (таблица 9).

Рассмотрим представленные данные детально по годам исследования.

Таблица 6 – Урожайность (т/га) льна масличного в опыте 1 в 2021 г.

Планируемая урожайность, т/га	Обработка Микрополидок Плюс		Среднее по фактору А
	–	+	
1,5	1,64	1,72	1,68
2,0	1,98	2,07	2,03
2,5	2,4	2,51	2,46
3,0	2,49	2,58	2,54
Среднее по фактору В	2,13	2,22	2,18

НСР₀₅ для частных различий 0,128 т/га; по А 0,091 т/га; по В 0,064 т/га

Таблица 7 – Урожайность (т/га) льна масличного в опыте 1 в 2022 г.

Планируемая урожайность, т/га	Обработка Микрополидок Плюс		Среднее по фактору А
	–	+	
1,5	1,43	1,52	1,48
2,0	1,83	1,95	1,89
2,5	2,22	2,34	2,28
3,0	2,39	2,47	2,43
Среднее по фактору В	1,97	2,07	2,02

НСР₀₅ для частных различий 0,136 т/га; по А 0,096 т/га; по В 0,068 т/га

Таблица 8 – Урожайность (т/га) льна масличного в опыте 1 в 2023 г.

Планируемая урожайность, т/га	Обработка Микрополидок Плюс		Среднее по фактору А
	–	+	
1,5	1,32	1,4	1,36
2,0	1,67	1,75	1,71
2,5	1,88	1,99	1,94
3,0	2,04	2,16	2,10
Среднее по фактору В	1,73	1,83	1,78

НСР₀₅ для частных различий 0,112 т/га; по А 0,079 т/га; по В 0,056 т/га

Во все годы решающими фактором, влияющим на изменение урожайности льна масличного, являлись различные дозы минерального удобрения, рассчитанные на соответствующие уровни урожайности (делянки первого порядка). Обработка посевов микроудобрением Микрополидок Плюс в дозе 0,5 л/га (делянки второго порядка) в меньшей степени влияет на увеличение урожайности льна масличного, хотя и является статистически доказанным.

В 2021 году (таблица 6) в двухфакторном полевом опыте 1 по всем вариантам и повторениям получена наивысшая урожайность льна масличного - в среднем по опыту 2,18 т/га. Здесь же отмечена самая максимальная урожайность 2,58 т/га, полученная при внесении самой большой дозы минеральных удобрений N₂₁₅P₆₀K₁₀₀, рассчитанной на планируемый урожай 3,0 т/га в сочетании с обработкой посевов препаратом Микрополидок Плюс.

Следует сразу отметить, что планируемая урожайность 3,0 т/га льна ни в один год исследований ни на одном варианте получена не была, что ставит вопрос о целесообразности применения столь высоких доз удобрений.

Необходимо также отметить, что в наиболее урожайном по абсолютным значениям 2021 году были получены наименьшие относительные прибавки урожая по вариантам, как первого, так и второго порядка. Так, прибавка урожая от внесения N₁₃₅K₃₀ (планируемый урожай 2,0 т/га) в сравнении с контролем (N₉₅ на планируемый урожай 1,5 т/га) составила 0,35 т/га (20,8 %); применение дозы N₁₇₅P₂₀K₆₅ (планируемый урожай 2,5 т/га) дало прибавку урожая 0,78 т/га (46,4 %)

и, наконец, наибольшая доза $N_{215}P_{60}K_{100}$ (на планируемую урожайность 3,0 т/га) в сравнении с контролем дала лишь 0,86 т/га (51,2 %) прибавки урожая льна масличного. Здесь же нужно привести весьма показательную разницу между третьим (планируемая урожайность 2,5 т/га) и четвёртым вариантами (планируемая урожайность 3,0 т/га), составившую лишь 0,08 т/га (3,3%), что при $НСР_{05}=0,091$ т/га по этому фактору является статистически незначимым.

По вариантам второго порядка (обработка препаратом Микрополидок Плюс) в 2021 году также была получена наименьшая средняя прибавка урожая льна масличного - 0,09 т/га (4,2 %) - как в абсолютном, так и в относительном значениях, что при соответствующей $НСР_{05} = 0,064$ т/га является статистически доказанным.

Наибольшие абсолютные и относительные различия между исследуемыми вариантами были получены в 2022 году (таблица 7), хотя средняя по опыту урожайность льна масличного здесь составила 2,02 т/га, уступая предыдущему году 0,16 т/га (7,3 %). В сравнении с контролем (внесение N_{95} на планируемую урожайность 1,5 т/га) вариант 2 ($N_{135}K_{30}$ на планируемую урожайность 2,0 т/га) дал 0,41 т/га (27,7 %) прибавки урожая; вариант 3 ($N_{175}P_{20}K_{65}$ на планируемую урожайность 2,5 т/га) - 0,8 т/га (54,1 %) и вариант 4 ($N_{215}P_{60}K_{100}$) на планируемую урожайность 3,0 т/га) - 0,95 т/га или 64,2 % (наибольшая за все годы исследований относительная прибавка урожайности).

Обработка посевов препаратом Микрополидок Плюс в 2022 году в среднем привела к повышению урожайности масличной культуры на 0,1 т/га (5,1 %), что так же выше значений предыдущего года исследования. Все приведённые значения прибавок урожая по изученным вариантам являются статически доказанными, поскольку превышают соответствующие значения $НСР_{05}$ первого порядка = 0,096 т/га и $НСР_{05}$ второго порядка 0,068 т/га. Наконец, в 2022 году отмечено увеличение различий в урожайности льна масличного и статистической значимости между вариантами с планируемой урожайностью 2,5 т/га и 3,0 т/га - 0,15 т/га или 6,6 %. Соответствующие значения 2023 года составили 0,16 т/га или 8,2 %.

Повышение показателя относительной прибавки льна можно объяснить достаточно не большой продуктивности льна в 2023 году (1,78 т/га).

Полученные различия по порядкам показателей в отчетном 2023 году, наблюдались в интервале уже отмеченных в предыдущие годы исследованиях. По вариантам первого порядка прибавки урожая льна масличного в сравнении с контролем (планируемая урожайность 1,5 т/га) на вариантах с планируемым урожаем 2,0 т/га, 2,5 т/га и 3,0 т/га составили: 0,35 т/га (25,7 %); 0,58 т/га (42,6 %) и 0,74 т/га (54,4 %). Обработка агрохимикатом Микрополидок Плюс повысила урожайность, в среднем, на 0,1 т/га или 5,8 %. Данные прибавки значимы при соответствующих величинах НСР₀₅ 0,079 т/га и 0,056 т/га.

Средняя урожайность льна за годы исследований представлена в таблице 9 и на рисунке 7.

Таблица 9 – Урожайность (т/га) льна масличного в полевом опыте 1 в среднем за 2021-2023 гг.

Планируемая урожайность, т/га	Обработка Микрополидок Плюс		Среднее по фактору А
	–	+	
1,5	1,46	1,55	1,51
2,0	1,83	1,92	1,84
2,5	2,17	2,28	2,23
3,0	2,21	2,4	2,36
Среднее по фактору В	1,94	2,04	1,99

Максимальная урожайность в среднем по опыту получена на делянках растений льна с планируемой урожайностью 3,0 т/га – 2,36 т/га, превышение контроля 0,85 т/га или 56,3 %. На делянках льна с планируемой урожайностью 2,5 т/га прибавка несколько меньше - 0,72 т/га (47,7 %). На вариантах второго порядка прибавка урожая льна масличного от обработки посевов микроудобрением Микрополидок Плюс составила 0,1 т/га (5,2 %). В данном двухфакторном полевом опыте 1 наивысшая средняя по опыту урожайность 2,36 т/га льна выявлена при применении минеральных удобрений в дозе N₂₁₅P₆₀K₁₀₀ (на планируемый

урожай 3,0 т/га) в сочетании с обработкой посевов препаратом Микрополидок Плюс с нормой 0,5 л/га.

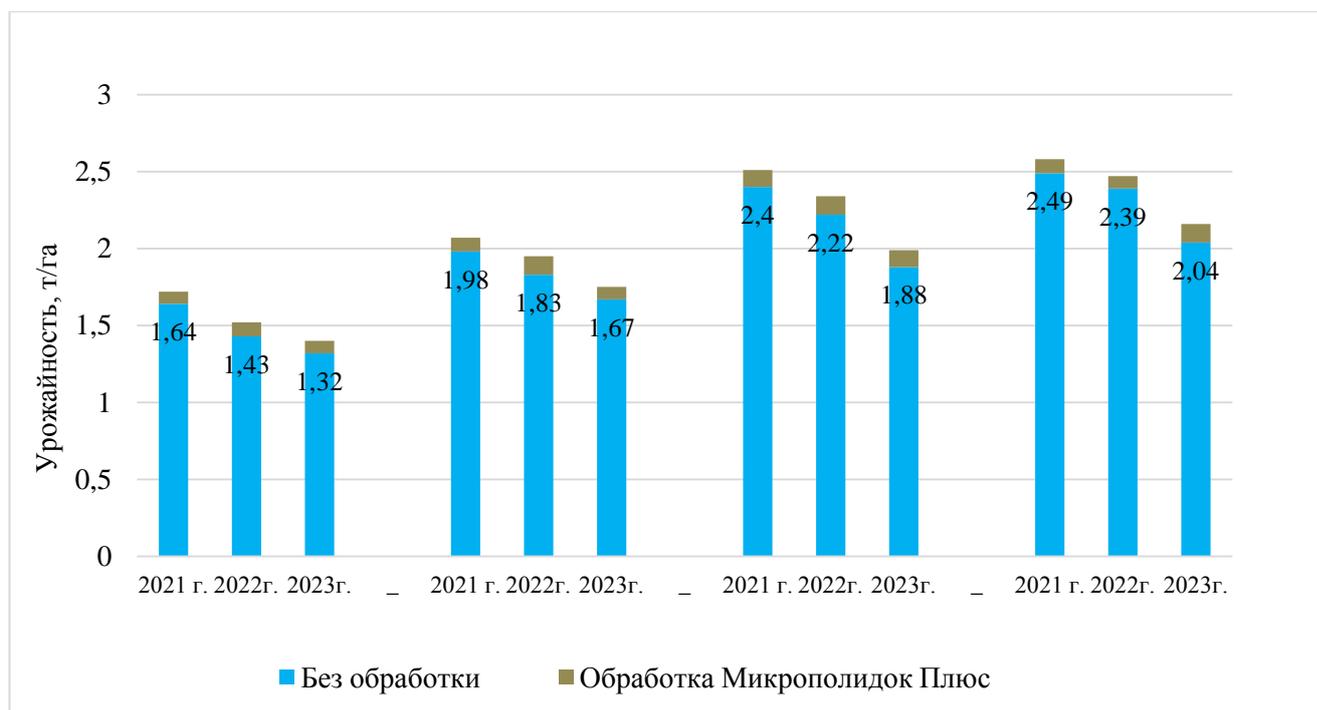


Рисунок 7 – Урожайность (т/га) льна масличного в зависимости от влияния доз минерального удобрения и обработки микроудобрением Микрополидок Плюс

Оптимальной же дозой минеральных удобрений следует считать $N_{175}P_{20}K_{65}$ (на планируемый урожай 2,5 т/га) в комплексе с обработкой посевов Микрополидок Плюс, где урожайность в среднем по опыту составила 2,23 т/га. На этом варианте величина фактической урожайности ближе всего приближается к планируемой, что говорит о более эффективном использовании затрачиваемых ресурсов по годам проведения исследований.

3.3. Корреляционно-регрессионный анализ данных полевого опыта 1

Корреляционно-регрессионный анализ линейных простых и множественных взаимодействий в полевом опыте 1 проводили по наиболее сопряженным с урожайностью показателям, изучаемым согласно схемы опыта, отдельно по годам и по среднемноголетним значениям. Сначала для корреляционно-регрессионного анализа были приняты урожайность льна масличного (Y , т/га) и наиболее измен-

чивые элементы структуры урожая – всего растений льна (X , шт./м²) и число коробочек (Z , шт./раст.). Полученные данные представлены в таблице 10.

Линейная зависимость YX во все годы исследования была прямой и сильной. Коэффициенты линейной корреляции (r_{yx}) и детерминации (D_{yx}) приближались к абсолютным значениям: от $r_{yx} = 0,992$ ($D_{yx} = 98,4 \%$) в 2021 году до $r_{yx} = 0,997$ ($D_{yx} = 99,4 \%$) в 2023 году. При соответствующих фактических критериях значимости Стьюдента $t_{\text{факт}} = 21,0$ и $t_{\text{факт}} = 33,47$, сильно превышающих теоретический критерий $t_{05} = 2,45$, существенность полученных коэффициентов сомнений не вызывает.

Коэффициенты линейной регрессии $b_{yx} = 0,0066$ т/га (2021 год) и $b_{yx} = 0,0057$ т/га (2023 год) и полученные уравнения регрессии, по нашему мнению, достаточно точно характеризуют зависимость получения семян льна от общего количества масличных растений на единицу площади, что позволяет достоверно показывать в дальнейшем общее возможное изменение оказывающих коррекцию признаков у культуры.

Линейная зависимость YZ – прямая и сильная. При анализе, коэффициенты линейной корреляции и детерминации ещё более приближены к абсолютным значениям: $r_{yz} = 0,993$ ($D_{yz} = 98,6 \%$) в 2021 году и $r_{yz} = 0,999$ ($D_{yz} = 99,8 \%$) в 2023 году. Существенность не подвергается сомнению, поскольку $t_{\text{факт.}}$, лежащий в пределах 21,26 – 58,38 значительно превышает $t_{05} = 2,45$.

Коэффициент линейной регрессии зависимости урожайности льна масличного от числа коробочек b_{yx} лежал в пределах 0,62 – 0,71 т/га, обеспечивая достоверность значений, рассчитанных по уравнению регрессии.

Множественная корреляционная зависимость между, означенными выше, переменными также определяется как прямая и сильная, так как коэффициенты множественной корреляции (R) и детерминации (R^2) во все годы исследования были близки к абсолютным значениям и лежали в пределах от $R = 0,997$ ($R^2 = 99,4 \%$) до $R = 0,997$ ($R^2 = 99,4 \%$). Фактический критерий значимости Фишера ($F_{\text{факт.}}$) лежал в пределах от 414,5 до 1247,5 и многократно превышал теоретический $F_{05} = 5,79$.

Таблица 10 – Корреляционно-регрессионный анализ взаимосвязи между урожайностью льна масличного (Y), масличностью семян (X) и массой 1000 семян (Z) в полевом опыте 1

Простая линейная корреляция					Множественная корреляция			
взаимо- связь	коэффициенты		критерий Стьюдента $t_{\text{факт.}}$	Уравнение линей- ной регрессии	коэффициенты		критерий Фишера, $F_{\text{факт.}}$	Уравнение множественной регрессии
	корреля- ции r	детерми- нации, D			корреля- ции R	детерми- нации, R^2		
2021г.								
YX	0,360	13,0	0,95	$Y = 0,245X - 8,10$	0,989	97,8	111,14	$Y = 1,77Z - 0,04 X - 6,54$
YZ	0,987	97,5	15,18	$Y = 1,73Z - 7,82$				
XZ	0,412	17,0	1,11	$X = 1,06Z + 35,7$				
2022г.								
YX	0,112	1,25	0,28	$Y = 0,068X - 0,74$	0,998	99,6	622,5	$Y = 1,61Z - 0,05 X - 4,97$
YZ	0,994	98,8	22,1	$Y = 1,59Z - 7,04$				
XZ	0,199	4,0	0,50	$X = 0,52Z + 37,64$				
2023г.								
YX	0,199	4,0	0,50	$Y = 0,085X - 1,57$	0,998	99,6	622,5	$Y = 1,52Z - 0,07 X - 3,87$
YZ	0,986	97,3	14,67	$Y = 1,44Z - 6,21$				
XZ	0,348	12,1	0,91	$X = 1,18Z + 32,85$				
Среднее за 2021-2023 гг.								
YX	0,226	5,1	0,57	$Y = 0,125X - 2,89$	0,995	99,0	247,5	$Y = 1,39Z - 0,021 X - 5,05$
YZ	0,994	98,8	21,87	$Y = 1,37Z - 5,83$				
XZ	0,265	7,0	0,67	$X = 0,68Z + 36,72$				

Таблица 11 – Корреляционно-регрессионный анализ взаимосвязи между урожайностью льна масличного (Y), количеством культурных растений (X) и массой 1000 количеством коробочек на 1 растение (Z) в полевом опыте 1

Простая линейная корреляция					Множественная корреляция			
взаимосвязь	коэффициенты		критерий Стьюдента $t_{\text{факт.}}$	Уравнение линейной регрессии	коэффициенты		критерий Фишера, $F_{\text{факт.}}$	Уравнение множественной регрессии
	корреляции r	детерминации, D			корреляции, R	детерминации, R^2		
2021г.								
YX	0,992	98,4	21,0	$Y = 0,066X - 1,56$	0,997	99,4	414,2	$Y = 0,033X + 0,32Z - 3,86$
YZ	0,993	98,6	21,26	$Y = 0,62Z - 5,95$				
XZ	0,975	95,1	10,81	$X = 92,3Z - 643,6$				
2022г.								
YX	0,996	99,2	28,98	$Y = 0,01X - 3,44$	0,998	99,6	622,5	$Y = 0,017X + 0,48Z - 5,14$
YZ	0,999	99,8	65,37	$Y = 0,66Z - 6,43$				
XZ	0,994	98,8	22,48	$X = 100,0Z - 734,1$				
2023г.								
YX	0,997	99,4	33,47	$Y = 0,057X - 1,13$	0,999	99,8	1247,5	$Y = 0,018X + 0,48Z - 5,17$
YZ	0,999	99,8	54,38	$Y = 0,71Z - 7,02$				
XZ	0,995	99,0	25,43	$X = 122,9Z + 1013,6$				
Среднее за 2021-2023 гг.								
YX	0,995	99,0	24,03	$Y = 0,06X - 1,26$	0,995	99,0	247,5	$Y = 0,005X + 0,12Z - 2,26$
YZ	0,989	97,8	16,49	$Y = 0,63Z - 6,08$				
XZ	0,991	98,2	17,75	$X = 103,07Z + 778,7$				

Плоскостной график множественной корреляционно-регрессионной зависимости урожайности льна масличного от количества растений на 1 м^2 и от количества коробочек на 1 растение представлен по уравнению множественной регрессии $Y = 0.0049X + 0.12Z - 2.26$, рассчитанному по средним значениям исследования (рисунок 8).

Для следующего корреляционно-регрессионного анализа в полевом опыте 1 были приняты следующие переменные: Y - урожайность льна масличного (т/га), X – масличность семян (%) и Z - масса 1000 семян (г). Данные представлены в таблице 11.

Линейная зависимость YX по всем годовым расчётам определялась как прямая и слабая, поскольку значение коэффициента корреляции r_{yx} лежало в пределах $1,112 - 0,360$, а коэффициент детерминации D_{yx} не превышал 13,0 %. Значимость полученных коэффициентов линейной корреляции не подтверждалась, так как фактический критерий Стьюдента ($t_{\text{факт.}}$ от 0,28 до 0,95) не превышал теоретический критерий $t_{05} = 2,45$. Отсюда коэффициент линейной регрессии и уравнение регрессии не могут достоверно описать взаимодействие YX и представляют лишь теоретический интерес.

Линейная зависимость YZ (урожайность – масса 1000 семян) определяется как прямая и сильная - коэффициент линейной корреляции r_{yz} лежит в пределах $0,986 - 0,994$ и коэффициент детерминации не опускался ниже 97 %. При фактическом критерии значимости Стьюдента, имеющим пределы от 14,67 до 22,1 в разные годы и превышающий теоретический критерий $t_{05} = 2,45$, существенность доказана. Коэффициент линейной регрессии b_{yx} по годам изменялся незначительно: от 1,73 т/га в 2021 году до 1,44 т/га в 2023 году. При доказанной существенности различий можно доверять полученным уравнениям регрессии и использовать их для планирования урожайности льна масличного по массе 1000 семян.

Необходимо отметить, что, несмотря на невысокие коэффициенты линейной корреляции $r_{yx} = 0,226$ и $r_{xz} = 0,265$ в среднем, коэффициенты множественной корреляции и детерминации имеют достаточно высокие значения: $R = 0,995$ и R^2

= 99,0 %, фактический критерий значимости Фишера $F_{\text{факт.}} = 247,5$ намного превышает теоретический $F_{05} = 5,79$.

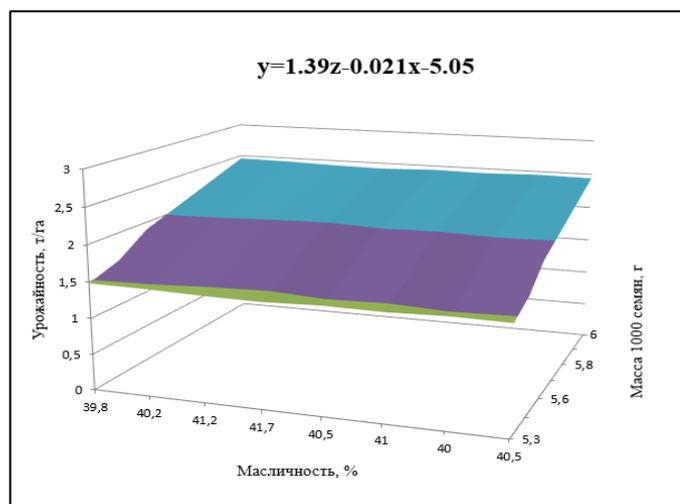


Рисунок 8 – Множественная корреляционно-регрессионная зависимость между планируемой урожайностью, масличностью и массой 1000 семян по изучению влияния доз удобрения и обработки Микрополидок Плюс на изменение урожайности льна

Все отмеченные условия позволяют говорить о доказанной значимости, а уравнение множественной регрессии $Y = 1,39Z - 0,021X - 5,05$ и соответствующий плоскостной график (рисунок 9) позволяют определять урожайность льна масличного по представленным переменным.

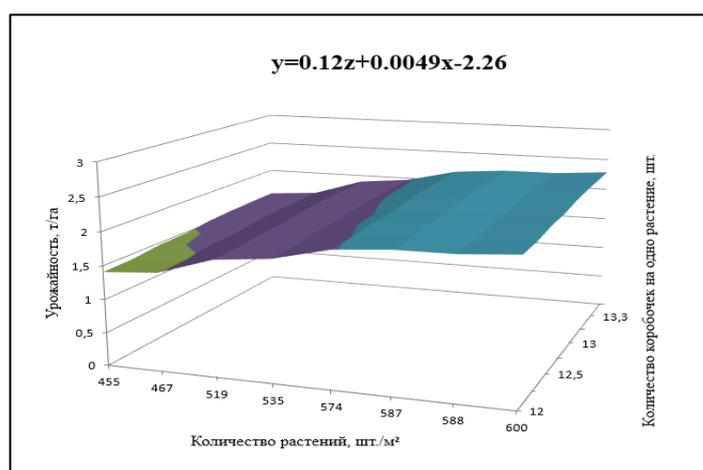


Рисунок 9 – Множественная корреляционно-регрессионная зависимость между планируемой урожайностью, количеством растений и числом коробочек по изучению влияния доз удобрения и обработки Микрополидок Плюс на изменение урожайности льна

Далее продемонстрированы рисунки и вычислены уравнения дифференцированной обработки результатов и структура регрессии влияния количества коробочек (Y) и количества растений (X) на урожайность семян льна кудряша, без обработки и с действием агрохимиката Микрополидок Плюс (рис. 10).

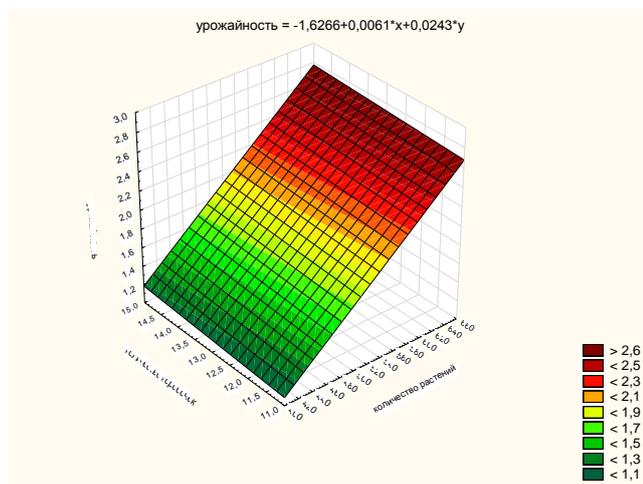


Рисунок 10 – Зависимость урожайности льна без обработки и с учетом обработки Микрополидок Плюс

Для последнего условия уравнение регрессии имеет следующий вид: $Y = -1,6+0,006X+0,024Y$, что свидетельствует о том, что при увеличении числа коробочек и растений льна на единицу ($\text{ш}/\text{м}^2$) теоретически позволит получать прибавку урожая на 0,024 и 0,006 т/га соответственно. По-видимому, в отсутствие обработки агрохимикатом Микрополидок Плюс количество льна существенно не повлияло на прибавку семян культуры, так как коэффициент регрессии (0,006) в уравнении $Y = -1,4+0,06X+0,009Y$ оказался идентичным (рис. 11).

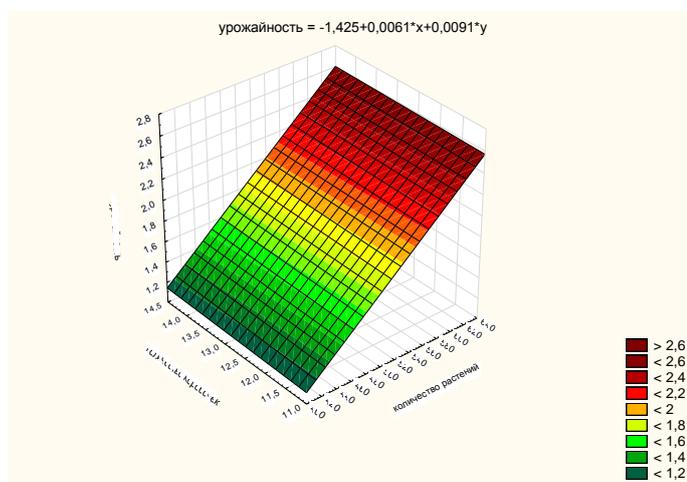


Рисунок 11 – Зависимость урожайности льна без обработки Микрополидок Плюс

Отсюда можно заключить, что сама обработка агрохимикатом не имеет отношения к формированию количества растений. Правота данного заключения подтверждается и третьим уравнением регрессии $Y = -1,9 + 0,06X + 0,04Y$ (рис. 12).

Сравнение коэффициентов регрессии у второго и третьего уравнения - 0,009 и 0,04 штук соответственно позволят не безосновательно предположить, что обработка микроудобрением Микрополидок Плюс способствует повышению прибавки урожая льна в 4 раза за счет увеличения показателя количества коробочек.

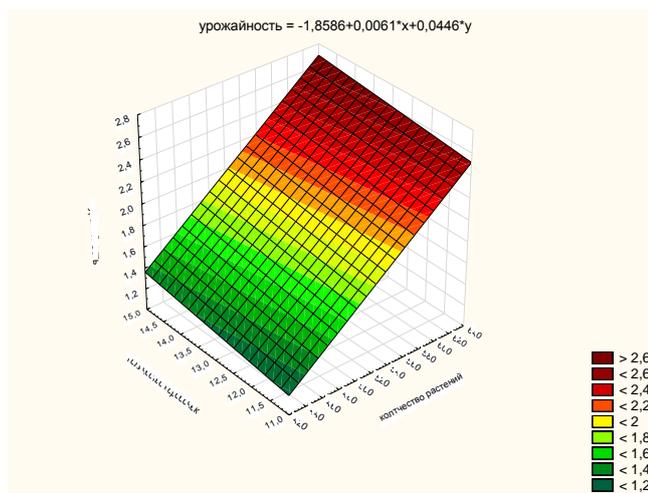


Рисунок 12 – Зависимость урожайности льна с учетом обработки Микрополидок Плюс

Утверждение, что опрыскивание удобрениями Микрополидок Плюс не повлияла на густоту льна масличного можно судить по медианным значениям, которые различались между собой незначительно – в пределах 10 шт/ м². (рис. 13).

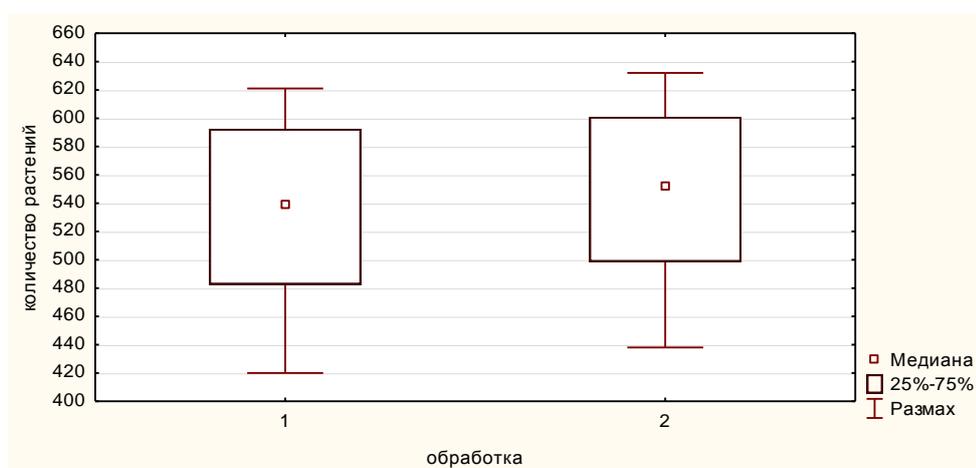


Рисунок 13 - Общая статистика показателя количества растений льна от обработки агрохимикатом (2) и без нее (1)

Рассматривая данные без учета фактора внесения Микрополидок Плюс на урожайность семян исследуемой культуры, показатель густоты льна масличного оказывает существенное влияние (табл. 12, рис. 14).

Таблица 12 – Регрессия и ее параметры зависимости урожайности льна масличного от числа растений

Параметр	Корреляция	Стандартная ошибка корреляции	Регрессия	Стандартная ошибка регрессии	Стьюдент	Уровень значимости
пересечение			- 1,44633	0,088412	-16,3591	0,000000
растения	0,970581	0,024834	0,00636	0,000163	39,0830	0,000000

Парный коэффициент варьировал в пределах 0,97, а уравнение регрессии представлял вид $Y = -1,44 + 0,006X$.

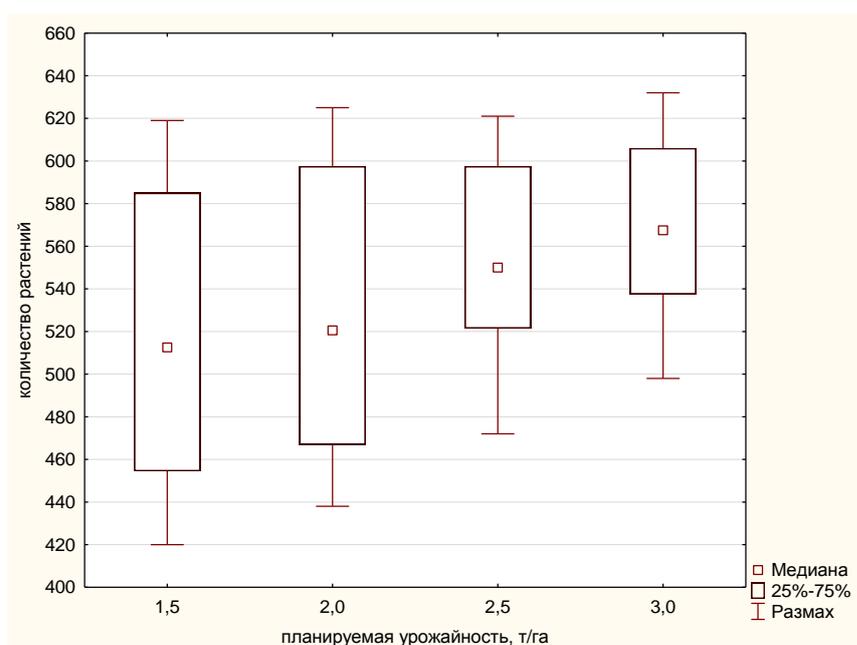


Рисунок 14 – Показатели общей статистики густоты стояния растений льна в зависимости от планируемой урожайности

В последующем нами показано, как изменяется регрессия при влиянии двух условий: при планировании получения более 2 т/га семян льна, и для сравнения, при получении меньше 2 т/га семян, при соответствующем режиме расчетных доз минерального питания (рис. 15).

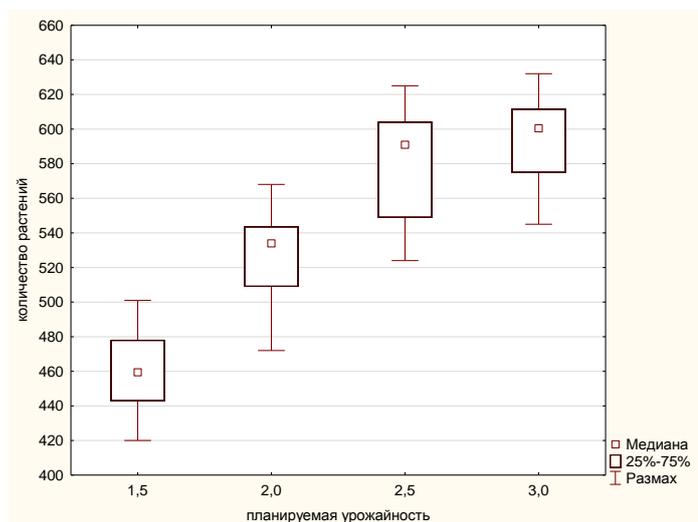


Рисунок 15 – Показатели общей статистики коробочек на растениях льна в зависимости от планируемой урожайности

Уровень минерального питания определяет формирование большего числа коробочек (рис. 16).

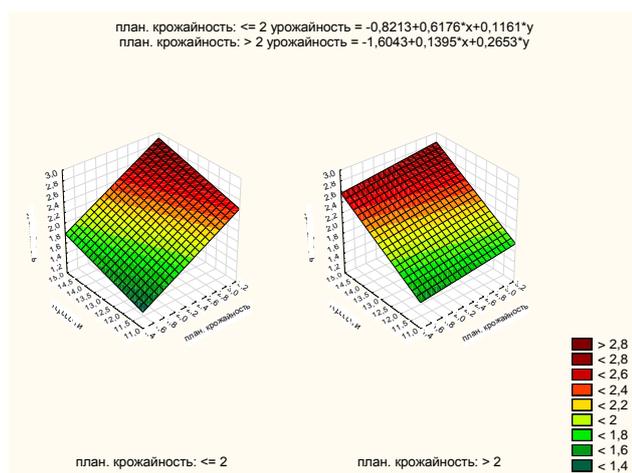


Рисунок 16 – Категориальная зависимость урожайности льна масличного от показателей числа коробочек и уровня минерального питания

Как видно из рисунка 16, при выполнении первого условия коэффициент регрессии увеличивается до 0,26 (Y), то есть в два раза. При коэффициенте корреляции 0,68 уравнение регрессии имеет вид: $Y=10,7+0,88X$, то есть, при планировании повышении планируемой урожайности на 1 т/га количество коробочек увеличивается на 0,88 штук / растение. Например, при планируемой урожайности в 2 т/га прогнозируемо будет формирование числа коробочек в 12,5 штук/растение. При данном их количестве ожидаемая урожайность будет 1,95 т/га при коэффициенте корреляции 0,79 и уравнении регрессии $Y=-3,3+0,42X$.

3.4. Влияние доз минеральных удобрений и применение агрохимиката на масличность льна

Основным показателем качества семян масличных культур является содержание сырых жиров и жироподобных веществ или масличность.

В наших исследованиях в полевом опыте 1 масличность семян льна масличного определялась методом экстракции жиров этиловым эфиром в аппарате Сокслета. Полученные данные представлены в таблицах 13-16.

В первую очередь рассмотрим изменение масличности семян льна масличного в полевом опыте 1 по годам исследования. Максимальная средняя по опыту масличность 42,6 % получена в 2021 году.

Таблица 13 – Масличность семян льна масличного в полевом опыте 1 в 2021 году, %

Планируемая урожайность, т/га	Обработка Микрополидок Плюс		Среднее по фактору А
	–	+	
1,5	41,1	41,5	41,3
2,0	42,3	42,8	42,6
2,5	41,7	42,3	42,0
3,0	41,3	41,8	41,6
Среднее по фактору В	41,6	42,1	41,9

В 2022 году средняя масличность уменьшилась на 1,3 п.п. (3,1 %), в 2023 году – ещё значительно – на 2,4 п.п. (5,7 %). Средняя масличность семян составила 40,7 %.

Таблица 14 – Масличность семян в полевом опыте 1 в 2022 году, %

Планируемая урожайность, т/га	Обработка Микрополидок Плюс		Среднее по фактору А
	–	+	
1,5	39,8	40,2	40,0
2,0	41,3	41,7	41,5
2,5	40,4	40,9	40,7
3,0	40,0	40,4	40,2
Среднее по фактору В	40,4	40,8	40,6

Таблица 15 – Масличность семян в полевом опыте 1 в 2023 году, %

Планируемая урожайность, т/га	Обработка Микрополидок Плюс		Среднее по фактору А
	–	+	
1,5	38,5	39,0	38,8
2,0	40,1	40,6	40,4
2,5	39,3	39,8	39,6
3,0	38,8	39,2	39,0
Среднее по фактору В	39,2	39,7	39,5

По вариантам первого порядка максимальная масличность варьировала 40,4-42,6 % и отмечена на варианте с планируемой урожайностью льна 2,0 т/га. Превышение контроля в среднем по опыту составило 1,5 п.п.; по годам – от 1,3 п.п. в 2021 году до 1,6 п.п. в 2023 году. Вариант с планируемой урожайностью 2,5 т/га в среднем по опыту показал некоторое снижение масличности по сравнению с лучшим вариантом – на 0,7 п.п., однако, контроль всё же уступал этому варианту в среднем 0,8 п.п. (2,0 %).

Таблица 16 – Масличность льна в полевом опыте 1 в среднем за 2021-2023 годы исследования, %

Планируемая урожайность, т/га	Обработка Микрополидок Плюс		Среднее по фактору А
	–	+	
1,5	39,8	40,2	40,00
2,0	41,2	41,7	41,50
2,5	40,5	41,0	40,85
3,0	40,0	40,5	40,30
Среднее по фактору В	40,40	40,95	40,75

Лучший по урожайности льна масличного вариант с планируемым урожаем 3,0 т/га по масличности семян показал самое незначительное превышение контроля – на 0,3 п.п. (0,8 %). Отмеченная тенденция является устойчивой, поскольку повторяется в каждом году исследования.

Согласно схемы опыта, для получения планируемого урожая 1,5 т/га на контроле необходимо внести N_{95} , а варианты, предусматривающие получение планируемой урожайности 2,5 т/га и 3,0 т/га требуют внесения полных норм удобрений $N_{175}P_{20}K_{65}$ и $N_{215}P_{60}K_{100}$.

На лучшем же по масличности варианте с планируемой урожайностью 2,0 т/га необходимо внести весьма умеренную дозу $N_{135}K_{30}$. Очевидно, применение повышенного минерального питания, в основном, азотных, приводит к некоторому снижению масличности. Обработка посевов льна масличного микроудобрением Микрополидок Плюс в среднем по опыту приводит к увеличению масличности семян на 0,5 п.п. (1,2 %).

Заключение. Максимальная за все годы исследования масличность 41,5 % в полевом опыте 1 получена при сочетании следующих вариантов: внесение минерального удобрения с нормой $N_{135}K_{30}$, рассчитанной на получения планируемой урожайности 2,0 т/га и обработка посевов льна масличного микроудобрением Микрополидок Плюс с дозой 0,5 л/га.

Несмотря на невысокие коэффициенты линейной корреляции $r_{yx} = 0,226$ и $r_{xz} = 0,265$ в среднем, коэффициенты множественной корреляции и детерминации имеют достаточно высокие значения: $R = 0,995$ и $R^2 = 99,0$ %, фактический критерий значимости Фишера $F_{\text{факт.}} = 247,5$ намного превышает теоретический $F_{05} = 5,79$. Все отмеченные условия позволяют говорить о доказанной значимости, а уравнение множественной регрессии $Y = 1,39Z - 0,021X - 5,05$ позволяет определять урожайность льна масличного по представленным переменным.

Лучший по урожайности льна масличного вариант с планируемым урожаем 3,0 т/га по масличности семян показал самое незначительное превышение контроля – на +0,3% (0,8 %). Отмеченная тенденция является устойчивой, поскольку повторяется в каждом году исследования.

ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ, ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОСЕВАХ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО НА ФОНЕ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ

4.1. Развитие растений льна масличного от вариантов предшественника и гербицидов на фоне различных уровней питания

Посев семян льна масличного в полевом трёхфакторном опыте 2 проводили при достижении посевным слоем слабокультуренной дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы температуры 5-6°C. В среднем, календарно этот период наступал в первой декаде мая.

В 2021 году в первой декаде мая была отмечена средняя температура воздуха 8,5°C при среднемноголетнем значении 9,7°C. Посевной слой прогревался достаточно равномерно – на момент посева температура его, в среднем, составляла 5,4°C.

Вместе с тем, количество осадков в первую декаду мая составило 83 мм и превысило среднемноголетний показатель 14 мм почти в 6 раз, что дало значение ГТК декады 3,12. При таких условиях набухание и прорастание семян шло очень интенсивно, и всходы льна зафиксированы на пятый день с момента посева. Более чем достаточное количество влаги при благоприятном температурном режиме посевного слоя нивелировало влияние изучаемых в опыте факторов на интенсивность появления всходов.

Различий в протекании фазы всходов исследуемого льна при размещении его в севообороте после озимой пшеницы в одном случае и после яровой пшеницы в другом, практически не отмечено. Действие исследуемых доз удобрений на означенный показатель в сложившихся условиях начала мая 2021 года, хотя и было также сложно определяемо, однако возможность выявить некоторые тенденции и закономерности сохранилась.

Так, на вариантах с высокой планируемой урожайностью 2,5 т/га льна (доза минерального удобрения $N_{175}P_{20}K_{65}$) и 3,0 т/га ($N_{215}P_{60}K_{100}$) отмечена тенденция к более дружному прорастанию семян льна масличного в сравнении с вариантами, где дозы минерального удобрения рассчитаны на невысокую планируемую урожайность семян 1,5 т/га (доза N_{95}) и 2,0 т/га ($N_{135}K_{35}$) – на седьмой день после посева, когда можно было устойчиво отметить фазу полных всходов, количество культурных растений на лучших вариантах на 5-6 % превышало контрольное значение (планируемая урожайность семян 1,5 т/га и доза N_{95}). В этом случае, на наш взгляд, решающее влияние на интенсивность прорастания семян оказало внесение фосфорных удобрений в различных дозах на вариантах с более высокой планируемой урожайностью.

Отметим, что количество осадков во второй половине мая 2021 года выпадали равномерно, а их количество более чем в 2,5 раза превышало среднегодовалый показатель (96 мм против 35 мм). Дефицита влаги в таких условиях не было, и в фазе «ёлочки» лён масличный развивался очень интенсивно, закладывая основы высоких урожаев на всех вариантах полевого опыта.

После обработки посевов при высоте льна масличного 3-10 см гербицидами согласно схемы полевого опыта 2 была отмечена высокая эффективность химического метода борьбы с сорной растительностью. В сочетании с благоприятными условиями летних месяцев по температуре и равномерности выпадения осадков было обеспечено интенсивное прохождение растениями льна масличного фенологических фаз бутонизации, цветения и созревания, что позволило получить в 2021 году наивысший за все годы исследования урожай исследуемой масличной культуры по всем делянкам и повторениям трёхфакторного полевого опыта 2.

Условия посевного периода 2022 года оказались более сложными, чем в 2021 году. В первой декаде мая выпало лишь 2 мм осадков, средняя по декаде температура воздуха составила, как и в 2021 году, $8,5^{\circ}C$ (ниже среднегодовой). Только достаточное количество осадков в последней декаде апреля, составившее 34 мм (своеобразный «запас влаги» на последующий период) и выпадение

во второй-третьей декадах мая 43 мм и 30 мм осадков соответственно, позволило несколько уменьшить отрицательное влияние «сухой» первой декады мая.

Декадные ГТК в мае не превышали величины 0,5 и период всходов льна масличного в полевом опыте 2 затянулся. Первые всходы льна масличного появились только на 7-8 день после посева, а фаза полных всходов – на 12-13 день после посева. В этих условиях фактор предшественника сыграл значительную роль – при размещении в севообороте после озимой пшеницы всходы льна масличного появились на 1 день раньше, чем при размещении после яровой пшеницы; наступление фазы полных всходов на варианте с предшествующей озимой пшеницей отмечено на 12 день после посева, а на варианте с яровой пшеницей – на 13 день.

Внесение повышенных доз минерального удобрения рассчитанных на получение планируемой урожайности семян льна масличного 2,5 т/га и 3,0 т/га позволило на 1 день ускорить как появление всходов, так и наступление фазы полных всходов, в сравнении с вариантами, где вносились относительно небольшие дозы удобрения на урожайность в 1,5 т/га и 2,0 т/га.

В начале летнего периода 2022 года имел место недостаток влаги: в июне выпало 43 мм осадков (68,3 % среднемноголетней нормы), что несколько затянуло прохождение растениями льна масличного фазы «ёлочки» - рост культуры замедлился и на 2-3 дня сдвинулся срок химической обработки посевов против сорняков. В июле, напротив, выпало 2,5 среднемноголетней нормы осадков, что существенно осложнило созревание семян льна масличного.

В 2023 году климатические условия периода посева льна масличного сложились очень неблагоприятно. В первой-второй декадах апреля осадков не выпадало, в третьей декаде выпало лишь 0,5 среднемноголетней нормы осадков, что в сочетании с очень высокой среднемесячной температурой воздуха 9,1⁰С (многолетнее значение 3,6⁰С) практически высушило почву, затянув появление всходов до 13-14 дней после посева. Выпавшие в первой декаде мая 18 мм осадков не изменили ситуацию, тем более что во второй декаде мая осадков вновь не было. В столь сложных условиях никаких различий в появлении всходов и их развитии

между исследуемыми делянками льна, как по вариантам предшественников, так и по различным уровням урожайности льна масличного, выявлено не было.

Период интенсивного роста культуры и, следовательно, наибольшей потребности во влаге у льна масличного приходится на конец фазы «ёлочки» - начало бутонизации (календарно – первая-вторая декада июня). В 2023 году в начале лета средний по декадам ГТК не превышал величины 0,32, что в результате и привело к получению в этом году самой низкой урожайности культуры в трёхлетнем опыте.

4.2. Структура урожая льна масличного от предшественника, гербицидов и уровня минерального питания

Данные по основным показателям структуры льна масличного в многофакторных исследованиях показаны в таблицах 17 – 20 и приложениях 18 – 21.

Таблица 17 – Количество растений льна масличного от факторов (шт./м²), среднее за 2021-2023гг.

Фактор А (предшественник)	Фактор В (планируемая урожайность)	Фактор С (обработка гербицидами)			Среднее по А	Среднее по В
		без обработки	Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК		
Яровая пшеница	1,5 т/га	324	410	436	477	403
	2,0 т/га	377	481	513		466
	2,5 т/га	429	540	571		525
	3,0 т/га	462	575	607		558
Озимая пшеница	1,5 т/га	349	431	467	499	
	2,0 т/га	400	496	529		
	2,5 т/га	457	563	589		
	3,0 т/га	481	601	620		
Среднее по С		410	512	542		

Количество растений льна масличного в среднем по опыту при размещении культуры после озимой пшеницы составляет 499 шт./м² и превышает тот же показатель по яровой пшенице на 22 шт./м² (4,6 %), что можно оценить как незначительную тенденцию к увеличению.

По второму фактору можно отметить устойчивую закономерность к увеличению количества культурных растений при увеличении нормы минерального удобрения, рассчитанной на разные уровни урожайности льна. Так, в сравнении с контролем (планируемая урожайность 1,5 т/га) вариант с планируемой урожайностью 2,0 т/га в среднем по опыту даёт прибавку количества растений льна масличного на 63 шт./м² (15,6 %); по варианту с планируемой урожайностью 2,5 т/га этот показатель возрастает на 122 шт./м² (30,3 %) и по варианту с планируемой урожайностью 3,0 т/га – на 155 шт./м² (28,6 %).

Таблица 18 – Высота прикрепления нижних ветвей льна масличного в зависимости от факторов (см), среднее за 2021-2023гг.

Фактор А (предшественник)	Фактор В	Фактор С (обработка гербицидами)			Среднее по А	Среднее по В
		без обработки	Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК		
Яровая пшеница	1,5 т/га	25,0	27,3	25,9	229,0	26,3
	2,0 т/га	26,4	28,9	27,1		27,8
	2,5 т/га	28,5	31,3	29,5		30,5
	3,0 т/га	31,8	33,5	32,3		33,2
Озимая пшеница	1,5 т/га	25,3	37,8	26,6	29,9	
	2,0 т/га	26,9	29,4	28,0		
	2,5 т/га	29,8	32,8	31,3		
	3,0 т/га	32,4	35,2	33,7		
Среднее по С		28,3	32,0	29,3		

Следует отметить, что, по аналогу с урожайностью, увеличение нормы минерального удобрения по азоту с N_{175} до N_{215} (на 22,9 %); по фосфору с P_{20} до P_{60} (на 200 %) и калию с K_{65} до K_{100} (на 53,8 %), т.е. от варианта с планируемой урожайностью 2,5 т/га до варианта 3,0 т/га не приводит к адекватному росту количества растений исследуемой масличной культуры на 1 м^2 (в среднем по опыту лишь 33 шт./ м^2 или 21,3 %).

Эффективная защита льна масличного от сорняков химическим методом при опрыскивании агроценозов комплексом гербицидов приводит к существенному росту количества растений льна. Так, смесь Хакер ВРГ + Магнум ВДГ в среднем по опыту увеличивает количество растений на 102 шт./ м^2 (24,9%) в сравнении с контролем (без обработки). Баковая смесь Хакер ВРГ + Гербитокс ВРК ещё более эффективна - количество растений льна здесь увеличивается на 132 шт./ м^2 (32,2 %) в сравнении с контролем и на 30 шт./ м^2 (5,9 %) в сравнении с указанным выше вариантом.

Все отмеченные тенденции и закономерности по изменению густоты растений льна в опыте подтверждаются в каждом году исследования.

Высота прикрепления нижних ветвей на растениях льна масличного практически не зависит от предшественника, так как средняя разница 0,9 см (3,1%) между вариантами определяется как величина, лежащая в пределах ошибки.

На вариантах с различной планируемой урожайностью высота прикрепления нижних ветвей льна масличного отличается уже довольно значительно. Так, в сравнении с контролем (планируемая урожайность 1,5 т/га) вариант с планируемой урожайностью 2,0 т/га даёт средний прирост данного показателя на 1,5 см (5,7 %); вариант 2,5 т/га – на 4,2 см (16,0 %) и вариант 3,0 т/га – на 6,9 см (26,2 %).

Баковые смеси гербицидов, изучаемые в полевом опыте 2, по-разному действуют на показатель высоты прикрепления нижних ветвей льна масличного: если на варианте Хакер ВРГ + Магнум ВДГ, по сравнению с контролем, отмечается существенная средняя прибавка 3,7 см (13,1 %), то по варианту Хакер ВРГ + Гербитокс ВРК этот показатель менее значим – 1,0 см (3,5 %). На основании этого

можно говорить о том, что Гербитокс ВРК не только эффективно действует против сорняков, но и в большей степени, чем Магнум ВДГ угнетает защищаемую культуру льна масличного, уменьшая высоту прикрепления нижних ветвей в среднем по опыту на 2,7 см (8,4%) в сравнении с гербицидом Магнум ВДГ.

Таблица 19 – Количество коробочек на 1 растение льна в зависимости от предшественника, обработки гербицидами и уровня питания (шт.), среднее за 2021-2023гг.

Фактор А (предшественник)	Фактор В	Фактор С (обработка гербицидами)			Среднее по А	Среднее по В
		без обработки	Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК		
Яровая пшеница	1,5 т/га	12,3	12,7	13,0	13,2	12,6
	2,0 т/га	12,6	13,0	13,2		13,0
	2,5 т/га	13,0	13,4	13,6		13,5
	3,0 т/га	13,5	14,0	14,2		14,0
Озимая пшеница	1,5 т/га	12,6	13,0	13,3	13,5	
	2,0 т/га	12,7	13,2	13,5		
	2,5 т/га	13,3	13,6	14,0		
	3,0 т/га	13,8	14,3	14,5		
Среднее по фактору С		13,0	13,4	13,7		

Различия в показателях, как по числу коробочек, так и по массе 1000 семян, на вариантах с различными предшественниками льна масличного менее значительны, чем по другим элементам структуры урожая - соответственно 0,3 шт. (2,3 %) и 0,1 г (1,8 %).

На вариантах по другим факторам, изучаемым в полевом опыте 2, различия в показателях более существенны, чем по предшественникам, хотя и не превышают 10,0 % по числу коробочек и 6,0 % по показателю массы 1000 семян. Оче-

видно, эти показатели в большей мере зависят от сортовых особенностей, чем от приёмов, используемых при возделывании льна масличного. В среднем, максимальный показатель количества коробочек составил (14,5 шт.) на варианте с уровнем планируемой урожайности 3,0 т/га и Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК по озимой пшеницы.

Таблица 20 – Показатель массы 1000 семян льна от влияния факторов предшественника, уровня питания и гербицидов (г), среднее за 2021-2023гг.

Фактор А (предшественник)	Фактор В	Фактор С (обработка гербицидами)			Среднее по А	Среднее по В
		без обработки	Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК		
Яровая пшеница	1,5 т/га	5,4	5,6	5,6	5,7	5,6
	2,0 т/га	5,5	5,7	5,7		5,7
	2,5 т/га	5,7	5,8	5,9		5,8
	3,0 т/га	5,8	5,9	6,0		5,9
Озимая пшеница	1,5 т/га	5,5	5,6	5,7	5,8	
	2,0 т/га	5,6	5,7	5,8		
	2,5 т/га	5,7	5,8	5,9		
	3,0 т/га	5,8	5,9	6,0		
Среднее по С		5,6	5,75	5,8		

Лучшим из вариантов с различными уровнями питания, рассчитанными на разную планируемую урожайность оказался вариант 3,0 т/га, где среднее по опыту число коробочек льна масличного составило 14 шт./раст. и превышало контроль (планируемая урожайность 1,5 т/га) на 1,2 шт./раст. (9,4 %). Здесь же отмечена и наибольшая масса 1000 семян – 5,9 г при разнице с контролем 0,3 г (5,3 %).

Лучшей из баковых смесей гербицидов оказалась смесь Хакер ВРГ + Гербитокс ВРК, при использовании которой для опрыскивания посевов числокоробо-

чек в среднем по опыту составило 13,7 шт./раст., где разница с необрабатываемым контролем 0,7 шт./раст. или 5,4 %, и масса 1000 семян была 6,0 г (превышение контроля 0,2 г или 3,8 %).

Лучшим сочетанием вариантов по факторам эксперимента при анализе различных показателей структуры урожая масличной культуры оказалось следующее: размещение в севообороте льна после озимой пшеницы, внесение высокой нормы минерального удобрения $N_{215}P_{60}K_{100}$, рассчитанной на получение с планируемого урожая 3,0 т/га и обработка посевов смесью гербицидов Хакер ВРГ + Гербитокс ВРК в фазу «ёлочки» льна. В этом сочетании отмечаются самые высокие средние по опыту показатели всех элементов структуры урожая – 620 растений льна на 1 м²; высота прикрепления нижних ветвей 33,7 см; 14,5 коробочек на 1 растение льна и масса 1000 семян, равная 6,0 граммам.

4.3. Засорённость агроценозов льна от предшественника, гербицидов и уровня минерального питания

В агрофитоценозах Нечернозёмной зоны на дерново-подзолистых почвах вредоносный компонент сорной растительности при отсутствии должных мер борьбы способен снизить урожай культуры вдвое и более. Лён масличный особенно подвержен негативному влиянию сорняков на третьей-четвертой неделе развития (фазы семядолей, «ёлочки» и быстрого роста). Применение гербицидов наиболее эффективно именно в фазу «ёлочки» льна масличного, что и было проведено в наших исследованиях.

Видовой состав сорняков на опытном участке соответствовал растениям, произрастающим в агрофитоценозах на полях сельскохозяйственных товаропроизводителей центральной части Нечернозёмной зоны России.

Среди яровых ранних сорняков чаще встречались марь белая (*Chenopodium album* L.) семейство Маревые, пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit* L.) семейство Яснотковые, горец птичий (*Polygonum aviculare* L.), семейство Гречишные, редька дикая (*Raphanus raphanistrum* L.) семейство Капустные и торица по-

левая (*Spergula arvensis L.*), семейство Гвоздичные. Поздние яровые сорняки были представлены щирицей запрокинутой (*Amaranthus retroflexus L.*) семейство Амарантовые и просом куриным (*Echinochloa crus-galli L.*), семейство Злаковые.

Из зимующих сорняков на участке имели место ярутка полевая (*Thlaspi arvense L.*) и пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris L.*) семейство Капустные, а также трёхреберник непахучий (*Tripleurospermum Inodorum L.*) семейство Астровые.

Среди многолетних сорняков представителями самых вредоносных групп были следующие виды: пырей ползучий (*Elytrigia repens L.*) семейство Злаковые и тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium L.*) семейство Астровые – корневищные сорняки, а так же осот полевой (*Sonchus arvensis L.*) и бодяк полевой (*Cirsium arvense L.*) семейство Астровые, вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis L.*) семейство Вьюнковые и сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris R, Br.*) семейство Капустные – корнеотпрысковые сорняки.

Прочие многолетние сорняки, отмеченные в посевах льна масличного – подорожник большой (*Plantago major L.*) семейство Подорожниковые, цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus L.*) и одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale L.*) семейство Астровые.

На опытных участках в агроценозах льна ботанические семейства сорняков распределялись следующим образом в порядке снижения: Маревые – 17,0%, Яснотковые – 11,1%, Астровые – 10,9%, Капустные – 8,0%, Злаковые – 7,3%, Вьюнковые – 6,9%, Гвоздичные – 6,1%, Хвощевые – 6,0% и прочие (рис. 17).

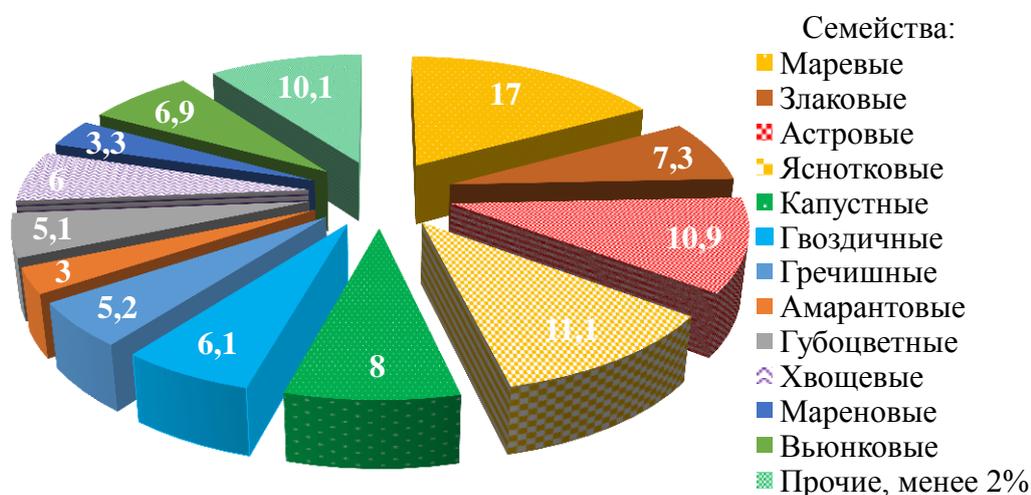


Рисунок 17 – Распределение семейств сорняков в агроценозах льна масличного, %

Динамика засорённости посевов льна масличного многолетними и малолетними сорняками от всходов до уборки представлены в приложениях 22 - 24.

Из представленных данных видно, что по всем срокам учёта засорённости посевов льна масличного, размещённого после озимой пшеницы, была ниже, чем после яровой пшеницы.

Увеличение нормы удобрений, рассчитанных на получение различных уровней, приводило к увеличению показателей засорённости посевов.

При анализе засоренности агроценозов льна масличного в таблицах 21 - 23 показаны среднее многолетнее количество многолетних и малолетних сорняков по изучаемым в многофакторном полевом опыте 2 элементам технологии.

Таблица 21 – Засорённость посевов льна масличного малолетними сорняками (шт./м²), среднее за 2021-2023 гг.

Фактор А (предшественик)	Фактор В (плановая урожайность)	Фактор С (обработка гербицидами)			Среднее по А	Среднее В
		без обработки	Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	Хакер ВРГ+ ГербитоксВРК		
Яровая пшеница	1,5 т/га	85,1	52,2	50,9	72,4	55,6
	2,0 т/га	93,0	57,3	55,7		61,5
	2,5 т/га	99,8	62,4	61,2		66,8
	3,0 т/га	116,1	68,1	66,9		73,8
Озимая пшеница	1,5 т/га	65,8	40,3	39,1	56,4	
	2,0 т/га	72,9	46,1	43,7		
	2,5 т/га	79,8	49,4	48,1		
	3,0 т/га	84,9	54,0	52,6		
Среднее по С		87,2	53,7	52,3		

Лен масличный развивался достаточно медленно до окончания фазы «елочки», в связи с чем, подвергался большому засорению группами сорняков, особен-

но на контроле, там где гербицидная обработка не проводилась. Сорняки конкурировали со льном за запасы питательных веществ в почве, затеняя культурные растения, в связи с чем, на данных делянках была показаны худшая урожайность масличного растения.

Применение баковых смесей гербицидов устойчиво снижало количество сорняков в посевах льна масличного, причём, в первый период в течение 14 дней после обработки более интенсивно, чем в последующие дни, вплоть до уборки. Баковая смесь Хакер ВРГ + Гербитокс ВРК показала несколько большую эффективность в борьбе с сорняками, чем смесь Хакер ВРГ + Магнум ВДГ.

Засорённость льна малолетними сорняками в посевах выявлена при размещении в севообороте по озимой пшенице, где составила 56,4 шт./м², что на 16,0 шт./м² (22,1 %) меньше, чем при размещении льна по яровой пшенице.

Таблица 22 – Засорённость посевов льна масличного многолетними сорняками в зависимости от предшественника, гербицидов и уровня питания (шт./м²), среднее за 2021-2023 гг.

Фактор А (предшественник)	Фактор В (плановая урожайность)	Фактор С (обработка гербицидами)			Среднее по А	Среднее по В
		без обработки	Хакер, ВРГ+ Магнум, ВДГ	Хакер, ВРГ+ Гербитокс, ВРК		
Яровая пшеница	1,5 т/га	6,5	4,2	4,0	5,4	4,4
	2,0 т/га	7,1	4,6	4,3		4,8
	2,5 т/га	7,5	5,0	4,8		5,2
	3,0 т/га	8,0	5,4	5,2		5,7
Озимая пшеница	1,5 т/га	5,1	3,4	3,1	4,5	
	2,0 т/га	5,9	3,6	3,5		
	2,5 т/га	6,3	4,0	3,8		
	3,0 т/га	6,8	4,4	4,2		
Среднее по С		6,7	4,3	4,1		

Таблица 23 – Засорённость посевов льна масличного в опыте 2, шт./м²

Предшест- венник	Плановая урожайность	Обработка гер- бицидами	2021г.	2022г.	2023г.	Среднее
Яровая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	<u>74,0</u> 5,6	<u>85,3</u> 6,8	<u>96,0</u> 7,0	<u>85,1</u> 6,5
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>45,1</u> 3,6	<u>52,7</u> 4,5	<u>58,9</u> 4,6	<u>52,2</u> 4,2
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>43,5</u> 3,4	<u>51,6</u> 4,3	<u>57,7</u> 4,4	<u>50,9</u> 4,0
	2,0 т/га	Без обработки	<u>82,1</u> 6,2	<u>93,3</u> 7,4	<u>103,7</u> 7,7	<u>93,0</u> 7,1
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>49,9</u> 4,0	<u>56,8</u> 4,8	<u>65,1</u> 5,0	<u>57,3</u> 4,6
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>47,9</u> 3,8	<u>55,6</u> 4,4	<u>63,7</u> 4,8	<u>55,7</u> 4,3
	2,5 т/га	Без обработки	<u>88,2</u> 6,5	<u>100,7</u> 7,8	<u>110,7</u> 8,1	<u>99,8</u> 7,5
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>53,5</u> 4,3	<u>62,6</u> 5,3	<u>71,1</u> 5,4	<u>62,4</u> 5,0
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>52,1</u> 4,2	<u>61,7</u> 5,1	<u>69,7</u> 5,1	<u>61,2</u> 4,8
	3,0 т/га	Без обработки	<u>95,7</u> 6,9	<u>103,8</u> 8,4	<u>118,8</u> 8,7	<u>106,1</u> 8,0
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>58,4</u> 4,7	<u>68,6</u> 5,7	<u>77,4</u> 5,9	<u>68,1</u> 5,4
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>57,2</u> 4,4	<u>67,4</u> 5,5	<u>76,2</u> 5,7	<u>66,9</u> 5,2
Озимая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	<u>56,8</u> 4,2	<u>63,9</u> 5,4	<u>76,8</u> 5,6	<u>65,8</u> 5,1
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>33,7</u> 2,8	<u>40,1</u> 3,5	<u>47,0</u> 3,8	<u>40,3</u> 3,4
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>32,6</u> 2,6	<u>38,7</u> 3,2	<u>46,0</u> 3,6	<u>39,1</u> 3,1
	2,0 т/га	Без обработки	<u>64,0</u> 4,6	<u>72,2</u> 6,7	<u>82,6</u> 6,5	<u>72,9</u> 5,9
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>41,9</u> 3,0	<u>45,0</u> 3,8	<u>51,5</u> 4,1	<u>46,1</u> 3,6
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>37,4</u> 2,8	<u>43,7</u> 3,6	<u>50,1</u> 4,0	<u>43,7</u> 3,5
	2,5 т/га	Без обработки	<u>71,6</u> 4,9	<u>79,7</u> 6,9	<u>88,1</u> 7,0	<u>79,8</u> 6,3
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>42,7</u> 3,2	<u>50,1</u> 4,2	<u>55,4</u> 4,6	<u>49,4</u> 4,0
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>41,4</u> 3,1	<u>48,8</u> 3,9	<u>54,2</u> 4,4	<u>48,1</u> 3,8
	3,0 т/га	Без обработки	<u>77,8</u> 5,3	<u>83,3</u> 7,5	<u>93,5</u> 7,6	<u>84,9</u> 6,8
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>48,7</u> 3,6	<u>53,7</u> 4,5	<u>59,6</u> 5,0	<u>54,0</u> 4,4
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>47,2</u> 3,4	<u>52,2</u> 4,4	<u>58,3</u> 4,8	<u>52,6</u> 4,2

Как уже отмечалось, при увеличении нормы минерального удобрения, наряду с ростом льна масличного, растёт и засорённость посевов. По сравнению с контролем (N_{95} на планируемый урожай 1,5 т/га) увеличение нормы до $N_{125}K_{30}$ (планируемый урожай 2,0 т/га) повышает общие показатели малолетними сорняками, в среднем, на 5,9 шт./м² (10,6 %); норма $N_{175}P_{20}K_{65}$ (планируемая урожайность 2,5 т/га) даёт прирост 11,2 шт./м² (20,1 %) и самая высокая норма $N_{215}P_{60}K_{100}$ – 18,2 шт./м² (32,7 %).

Наиболее эффективная баковая смесь гербицидов Хакер ВРГ + Гербитокс ВРК в среднем по опыту снижает засорённость малолетними сорняками относительно контроля (без обработки) на 34,9 шт./м² (40,0 %), другая смесь Хакер ВРГ + Магнум ВДГ уменьшает засорённость на 33,5 шт./м² (38,4 %) (рис. 18).

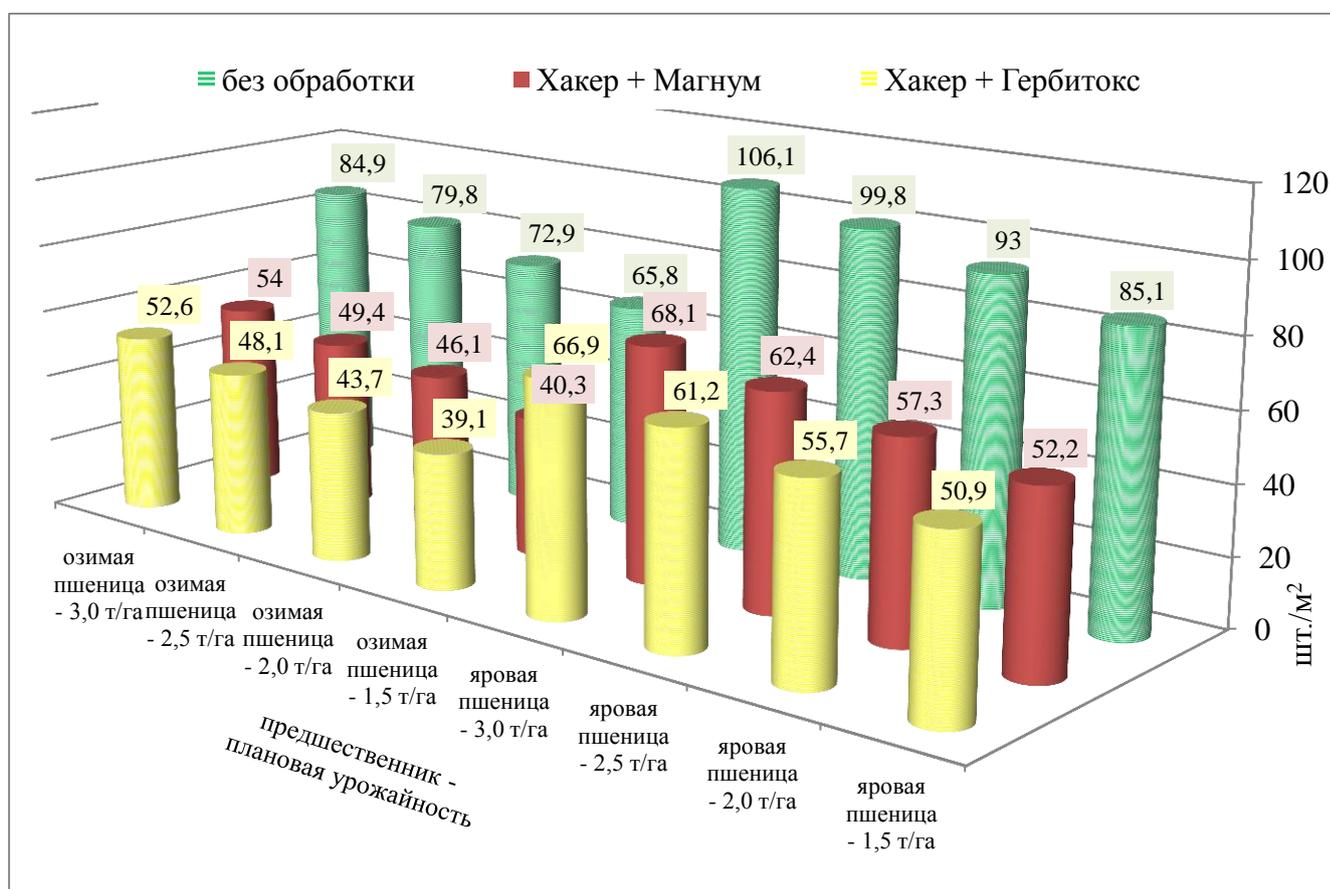


Рисунок 18 – Общая засоренность сорной растительностью в агроценозах льна масличного (шт./м²) в зависимости от изучаемых факторов

Засорённость агроценозов масличной культуры многолетними сорняками по всем факторам полевого опыта 2 изменяется в несколько меньшей степени, чем малолетними. При размещении льна масличного после озимой пшеницы за-

сорённость многолетними сорняками, в среднем, на 0,9 шт./м² (16,7 %) меньше, чем по яровой пшенице.

На различных вариантах с планируемой урожайностью 2,0 т/га, 2,5 т/га и 3,0 т/га в сравнении с контролем 1,5 т/га рост засорённости посевов льна масличного многолетними сорняками в среднем по опыту составляет соответственно 0,4 шт./м² (9,1 %); 0,8 шт./м² (18,2 %) и 1,3 шт./м² (29,5 %). Применение баковых смесей Хакер ВРГ + Магнум ВДГ и Хакер ВРГ + Гербитокс ВРК в среднем по опыту снижает засорённость на 2,4 шт./м² (35,8 %) и 2,6 шт./м² (38,8 %) в сравнении с необрабатываемым контролем.

В многофакторном полевом опыте 2 также было проведено исследование изменения массы сорняков на всех вариантах, изучаемых в эксперименте, в те же сроки отбора: перед обработкой гербицидами, через 14 дней после обработки и перед уборкой льна масличного (приложения 25 – 27). Средний за годы показатель массы сорняков учтенный перед уборкой представлен на рисунке 19.

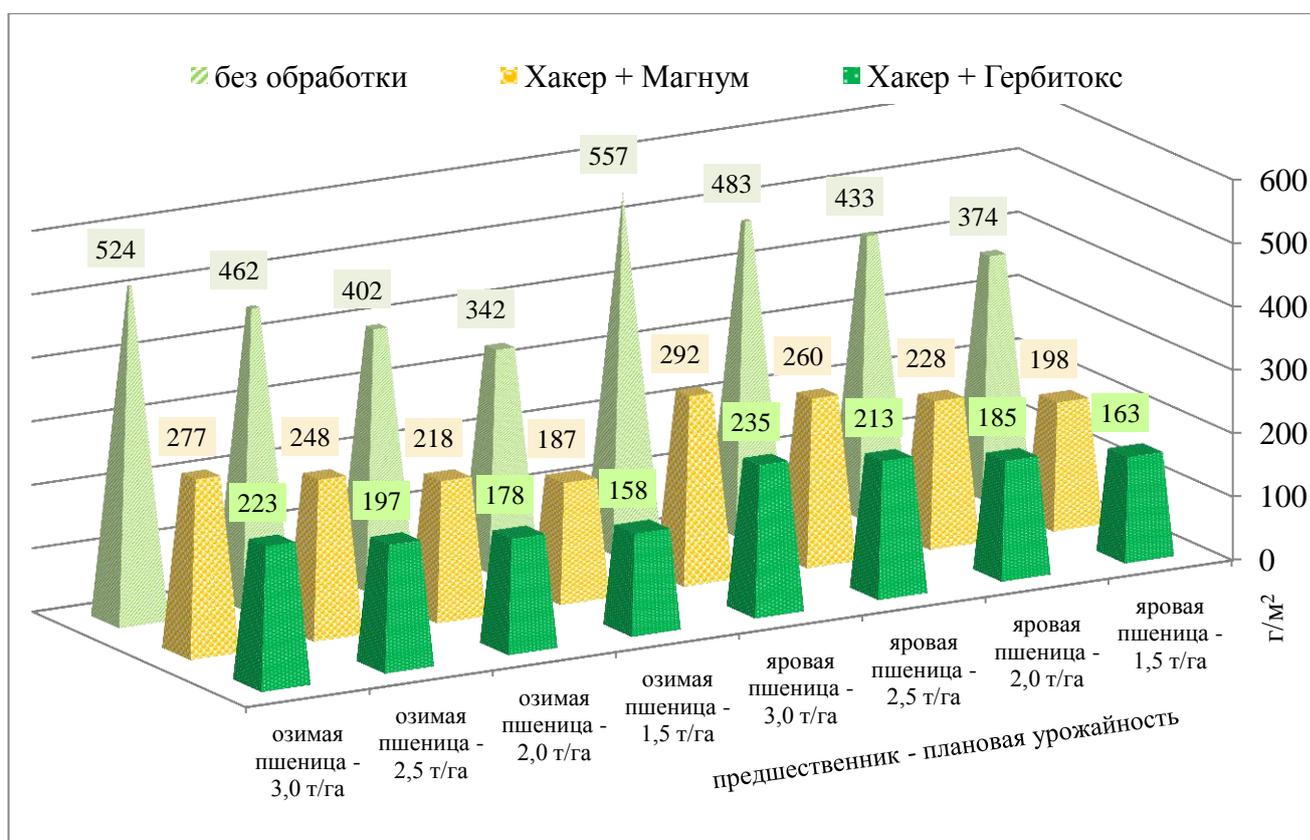


Рисунок 19 – Показатель массы (г/м²) сорной растительности в посевах льна перед уборкой

Динамика изменения массы сорняков на контроле была следующей: за 14 дней между первым и вторым сроками отбора образцов масса значительно возрастала (на 25-30 % в разные годы исследования), а к уборке уменьшалась за счёт естественного увядания сорняков. На делянках, которые обрабатывались различными баковыми смесями гербицидов, имел место противоположный процесс: в течение 14 дней после обработки масса сорняков сильно снижалась (на 50-60 %), а к уборке несколько увеличивалась (на 14-18 %) вследствие развития второй волны сорняков.

В среднем по делянкам в сравнении с контролем (масса сорняков 461 г/м²) при обработке баковой смесью Хакер ВРГ + Магнум ВДГ масса сорняков уменьшалась на 177 г/м² (38,4 %), а смесь Хакер ВРГ + Гербитокс ВРК снижала показатель ещё больше – на 205 г/м² (44,5 %). Введение в баковую смесь с гербицидом Хакер ВРГ вместо Магнума ВДГ гербицида Гербитокс ВРК увеличивало эффективность смеси на 9,9 %, уменьшая массу сорняков в среднем на 28 г/м² (таблицы 24, 25).

Таблица 24 – Масса сорняков в агроценозах льна от предшественника, уровня минерального питания и гербицидов (г/м²), среднее за 2021-2023 гг.

Фактор А (предшественник)	Фактор В	Фактор С (обработка гербицидами)			Среднее по А	Среднее по В
		без обработки	Хакер, ВРГ+ Магнум, ВДГ	Хакер, ВРГ+ Гербитокс, ВРК		
Яровая пшеница	1,5 т/га	385	236	213	344	269
	2,0 т/га	446	271	245		311
	2,5 т/га	501	309	280		353
	3,0 т/га	573	349	314		400
Озимая пшеница	1,5 т/га	353	221	203	323	
	2,0 т/га	414	258	233		
	2,5 т/га	474	294	262		
	3,0 т/га	538	331	297		
Среднее по С		461	284	256		

Таблица 25 – Масса сорняков (г/м²) в посевах льна, среднее за 2021-2023 гг.

Фактор А (предшест- венник)	Фактор В (планиру- емая уро- жайность)	Фактор С (об- работка герби- цидами)	2021г.	2022г.	2023г.	Среднее
Яровая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	349	394	412	385
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	213	241	254	236
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	197	216	224	213
	2,0 т/га	Без обработки	413	448	476	446
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	257	273	288	271
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	229	250	257	245
	2,5 т/га	Без обработки	484	504	514	501
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	297	308	323	309
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	266	279	295	280
	3,0 т/га	Без обработки	555	575	589	573
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	338	348	361	349
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	304	312	326	314
Озимая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	313	366	380	353
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	201	228	233	221
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	187	206	215	203
	2,0 т/га	Без обработки	386	425	431	414
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	245	262	268	258
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	221	237	242	233
	2,5 т/га	Без обработки	458	469	495	474
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	286	292	304	294
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	253	262	270	262
	3,0 т/га	Без обработки	531	539	545	538
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	324	332	338	331
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	288	294	310	297

Размещение льна масличного в севообороте после озимой пшеницы в среднем по опыту снижало массу сорняков на 21 г/м^2 или $6,1 \%$ в сравнении с использованием яровой пшеницы в качестве предшествующей культуры для льна масличного. Как и в случае с количеством сорняков на единице площади, при увеличении дозы минерального удобрения на планируемый урожай масса сорняков увеличивается причём, в большей степени.

Так, в сравнении с контролем, где доза N_{95} рассчитана на получение урожая $1,5 \text{ т/га}$, на варианте $N_{125}K_{30}$ (планируемая урожайность $2,0 \text{ т/га}$) масса сорняков в среднем по опыту увеличивается на 42 г/м^2 ($15,6 \%$); на варианте $N_{175}P_{20}K_{65}$ ($2,5 \text{ т/га}$) – на 84 г/м^2 ($31,2 \%$) и на максимальной норме $N_{215}P_{60}K_{100}$ ($3,0 \text{ т/га}$) прирост составил в среднем 131 г/м^2 ($48,7 \%$).

Отсюда можно сделать вывод – увеличение дозы минерального удобрения приводит к росту засорённости посевов и значительно увеличивает сопротивляемость сорной растительности к химическим, биологическим и прочим мерам борьбы с ней. Максимальная масса сорняков выявлена на варианте, где в качестве предшественника значилась яровая пшеница, при уровне питания с планируемой урожайностью в $3,0 \text{ т/га}$ и баковой гербицидной смесью Хакер ВРГ + Гербитокс, ВРК (314 г/м^2).

В заключение, можно рекомендовать в борьбе с сорной растительностью применять надёжный биологический метод подавления сорняков культурными растениями, располагая масличный лен по озимым зерновым, достигая большего эффекта снижения сорной растительности, чем по предшественникам яровым зерновым культурам. Результат работы выбранных баковых смесей пестицидов показал, более эффективную работу комплекса гербицидов Хакер ВРГ, 80 г/га + Гербитокс ВРК, $0,8 \text{ л/га}$, которая использовалась в фазе «ёлочки» масличного льна.

4.4. Урожайность льна масличного от предшественника, гербицидов и уровня минерального питания

Исследования показали, что максимальная урожайность масличной культуры отмечена в 2021 году – 2,19 т/га в среднем по эксперименту. Размещение льна масличного по озимой пшенице в этом году в сравнении с контролем, где предшественником была яровая пшеница, дало существенную прибавку семян 0,14 т/га (6,6 %) при НСР₀₅ по фактору А 0,046 т/га. Урожайность льна масличного в данном опыте показана в таблицах 26 – 29, на рисунках 20 – 22 и в приложениях 15 – 17.

В 2021 году имело место наибольшее приближение фактического урожая к планируемому: на контрольном варианте с планируемой урожайностью 1,5 т/га фактическая урожайность составила 1,63 т/га; с планируемой урожайностью 2,0 т/га – фактическая урожайность 1,95 т/га и прибавка урожая в сравнении с контролем 0,32 т/га (19,6 %).

Таблица 26 – Урожайность льна масличного в опыте 2 в 2021 году, т/га

Фактор А (предшественник)	Фактор В (планируемая урожайность)	Фактор С (обработка гербицидами)			Среднее по А	Среднее по В
		без обработки	Хакер, ВРГ+ Магнум, ВДГ	Хакер, ВРГ+ Гербитокс, ВРК		
Яровая пшеница	1,5 т/га	1,22	1,65	1,81	2,12	1,63
	2,0 т/га	1,47	2,03	2,16		1,95
	2,5 т/га	1,92	2,58	2,74		2,44
	3,0 т/га	2,10	2,83	2,95		2,70
Озимая пшеница	1,5 т/га	1,35	1,79	1,96	2,26	
	2,0 т/га	1,60	2,17	2,29		
	2,5 т/га	2,05	2,76	2,88		
	3,0 т/га	2,25	2,97	3,08		
Среднее по С		1,75	2,35	2,48		

НСР₀₅ для частных различий 0,160 т/га; по фактору А 0,046 т/га; по В 0,065 т/га; по С 0,057 т/га

Таблица 27 – Урожайность льна масличного в опыте 2 в 2022 году, т/га

Фактор А (предшественник)	Фактор В (планируемая урожайность)	Фактор С (обработка гербицидами)			Среднее по А	Среднее по В
		без обработки	Хакер, ВРГ+ Магнум, ВДГ	Хакер, ВРГ+ Гербитокс, ВРК		
Яровая пшеница	1,5 т/га	1,09	1,44	1,58	1,79	1,45
	2,0 т/га	1,32	1,77	1,93		1,72
	2,5 т/га	1,51	2,08	2,23		1,99
	3,0 т/га	1,75	2,34	2,48		2,24
Озимая пшеница	1,5 т/га	1,21	1,60	1,79	1,91	
	2,0 т/га	1,42	1,89	2,00		
	2,5 т/га	1,64	2,18	2,30		
	3,0 т/га	1,83	2,45	2,57		
Среднее по С		1,47	1,97	2,11		

НСР₀₅ для частных различий 0,143 т/га; по А 0,041 т/га; по В 0,058 т/га; по С 0,050 т/га

Делянки льна с расчетной урожайностью 2,5 т/га показали – 2,44 т/га (прибавка 0,81 т/га или 49,7 %) и на варианте 3,0 т/га – 2,7 т/га и прибавка 1,07 т/га (65,6 %). Все отмеченные прибавки урожая существенны при НСР₀₅ по фактору В 0,065 т/га.

Варианты опытных смесей гербицидов достаточно эффективно боролись с сорной растительностью и повышали урожайность льна масличного – вариант Хакер ВРГ + Магнум ВДГ обеспечил прибавку урожая 0,6 т/га (25,5 %) в сравнении с контролем (без обработки), вариант Хакер ВРГ + Гербитокс ВРК прибавил 0,73 т/га (41,7) при НСР₀₅ по фактору С 0,057 т/га.

Урожайность масличной культуры в 2022 году в среднем находилась на уровне в 1,85 т/га, что составляло на 0,34 т/га (15,5 %) ниже, чем в 2021 году.

Размещение масличного льна в севообороте по озимой зерновой культурой в сравнении с предшествующей культурой яровой пшеницы дало аналогичную 2021 году прибавку урожая семян 0,12 т/га (6,7 %) при НСР₀₅ по фактору А 0,041 т/га.

Таблица 28 – Урожайность льна масличного в опыте 2 в 2023 году, т/га

Фактор А (предшественник)	Фактор В (плановая урожайность)	Фактор С (обработка гербицидами)			Среднее по А	Среднее по В
		без обработки	Хакер, ВРГ+ Магнум, ВДГ	Хакер, ВРГ+ Гербитокс, ВРК		
Яровая пшеница	1,5 т/га	0,95	1,32	1,46	1,61	1,33
	2,0 т/га	1,17	1,63	1,75		1,59
	2,5 т/га	1,36	1,85	1,98		1,78
	3,0 т/га	1,52	2,06	2,24		1,99
Озимая пшеница	1,5 т/га	1,12	1,50	1,65	1,73	
	2,0 т/га	1,29	1,77	1,91		
	2,5 т/га	1,45	1,93	2,08		
	3,0 т/га	1,62	2,18	2,31		
Среднее по С		1,31	1,78	1,92		

НСР₀₅ для частных различий 0,152 т/га; по А 0,044 т/га; по В 0,062 т/га; по С 0,054 т/га

Высокие нормы минерального удобрения на делянках с расчетной урожайностью льна 2,5 т/га и 3,0 т/га фактически обеспечили получение лишь 1,99 т/га и 2,24 т/га семян льна масличного соответственно.

Прибавки урожая по этому фактору, хотя и были существенными, но зафиксированы ниже, чем в раннем исследуемом году – в сравнении с контролем (планируемая урожайность 1,5 т/га) вариант с планируемой урожайностью 2,0 т/га дал прибавку 0,27 т/га (18,6 %); вариант 2,5 т/га обеспечил прибавку 0,54 т/га (37,2 %) и вариант 3,0 т/га – 0,79 т/га или 54,5 % при НСР₀₅ по фактору В 0,058 т/га.

Баковые смеси гербицидов в сравнении с контролем (без обработки) также дали существенные прибавки семян льна – 0,5 т/га (34,0 %) и 0,64 т/га (43,5 %) соответственно по вариантам Хакер ВРГ + Магнум ВДГ и Хакер ВРГ + Гербитокс ВРК при НСР₀₅ по фактору С 0,05 т/га.

Таблица 29 – Урожайность льна от предшественника, гербицидов и уровня питания (т/га), в среднее за 2021-2023 гг.

Фактор А (предшественник)	Фактор В (плановая урожайность)	Фактор С (обработка гербицидами)			Среднее по А	Среднее по В
		без обработки	Хакер, ВРГ+ Магнум, ВДГ	Хакер, ВРГ+ Гербитокс, ВРК		
Яровая пшеница	1,5 т/га	1,09	1,47	1,62	1,84	1,47
	2,0 т/га	1,32	1,81	1,95		1,76
	2,5 т/га	1,60	2,17	2,32		2,09
	3,0 т/га	1,79	2,41	2,56		2,31
Озимая пшеница	1,5 т/га	1,23	1,63	1,80	1,97	
	2,0 т/га	1,44	1,94	2,07		
	2,5 т/га	1,71	2,29	2,42		
	3,0 т/га	1,90	2,53	2,65		
Среднее по С		1,51	2,03	2,17		

В наименее благоприятном по погоде 2023 году средняя продуктивность льна масличного достигла только 1,67т/га и уступала 2021 году 0,52 т/га (23,7 %) и 2022 году – 0,18 т/га (9,7 %).

Озимая пшеница в качестве предшественника для льна масличного в сравнении с яровой пшеницей обеспечивала практически стабильную прибавку урожая льна масличного: 0,12-0,14 т/га или 6,6-7,5 %.

По второму фактору (планируемая урожайность семян льна масличного) фактическая урожайность намного уступала планируемой: на делянках с планируемой урожайностью 1,5 т/га фактическая составила 1,33 (разница с планом -11,3 %); на варианте 2,0 т/га – 1,59 т/га (-20,5 %); на варианте 2,5 т/га – 1,78 т/га (-28,8 %) и с планируемой урожайностью 3,0 т/га – 1,99 т/га (-33,7 %).

Абсолютные и относительные прибавки урожайности здесь в сравнении с контролем (планируемая урожайность 1,5 т/га) также были ниже, чем в предыду-

щие годы и составили на вариантах 2,0 т/га, 2,5 т/га и 3,0 т/га соответственно 0,26 т/га (19,5 %), 0,45 т/га (33,8 %) и 0,66 т/га (49,6 %) при НСР₀₅ по фактору В 0,062 т/га.

Прибавки урожая масличной культуры при опрыскивании посевов различными баковыми смесями гербицидов в 2023 году очень незначительно уступали показателям 2022 года, являлись статистически значимыми и составляли 0,47 т/га (35,9 %) на варианте Хакер ВРГ + Магнум ВДГ и 0,61 т/га (46,6 %) по смеси Хакер ВРГ + Гербитокс ВРК при НСР₀₅ по фактору С 0,054 т/га.

В опыте 2, более эффективным по продуктивности предшественником для льна, являлась озимая пшеница, которая обеспечивала получение средней по опыту урожайности возделываемой культуры 1,97 т/га, превышая контроль (яровая пшеница) в среднем на 0,13 т/га или 7,1 %.

Ежегодный график динамики урожайности и прибавки семян льна в зависимости от факторов представлен на рисунках 20-22.

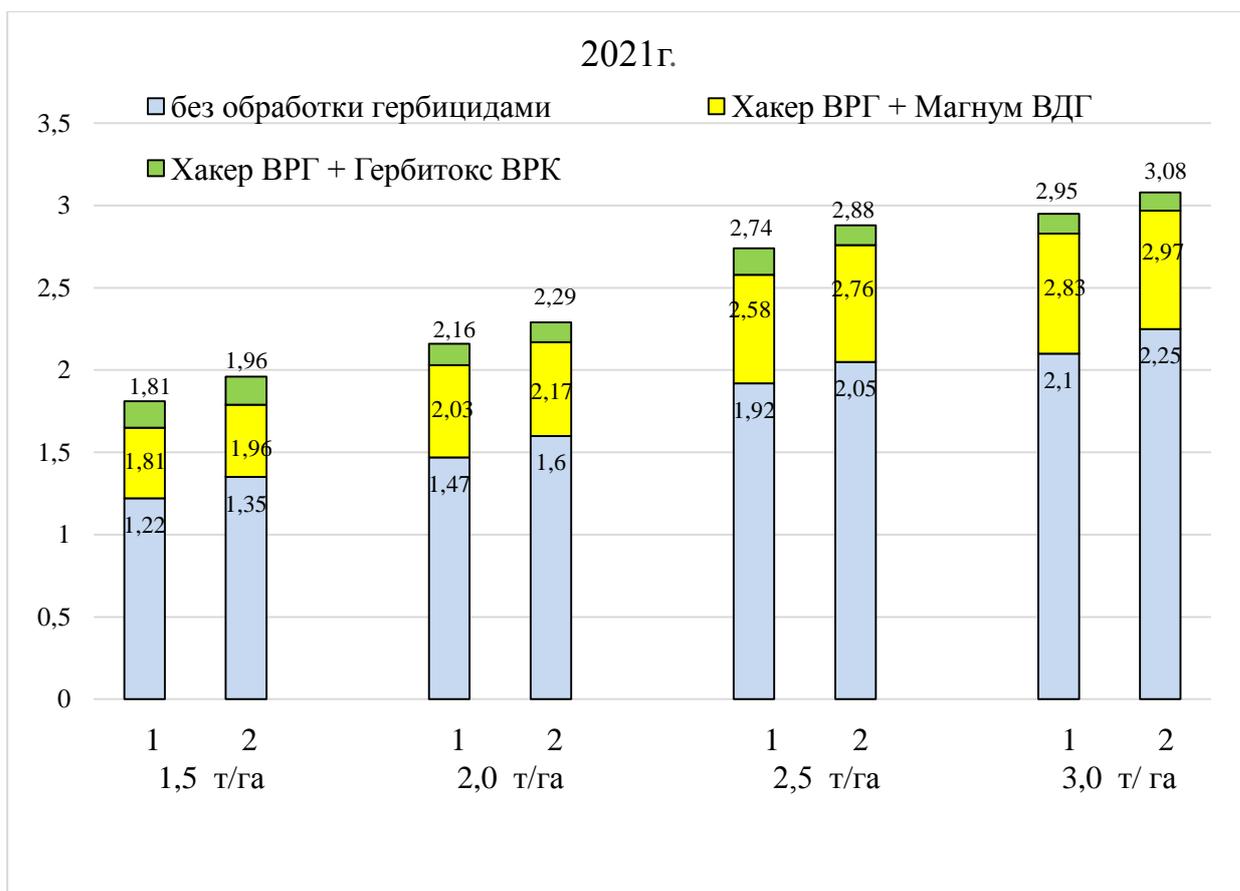


Рисунок 20 – Динамика урожайности (т/га) льна масличного в зависимости от факторов, 2021 год

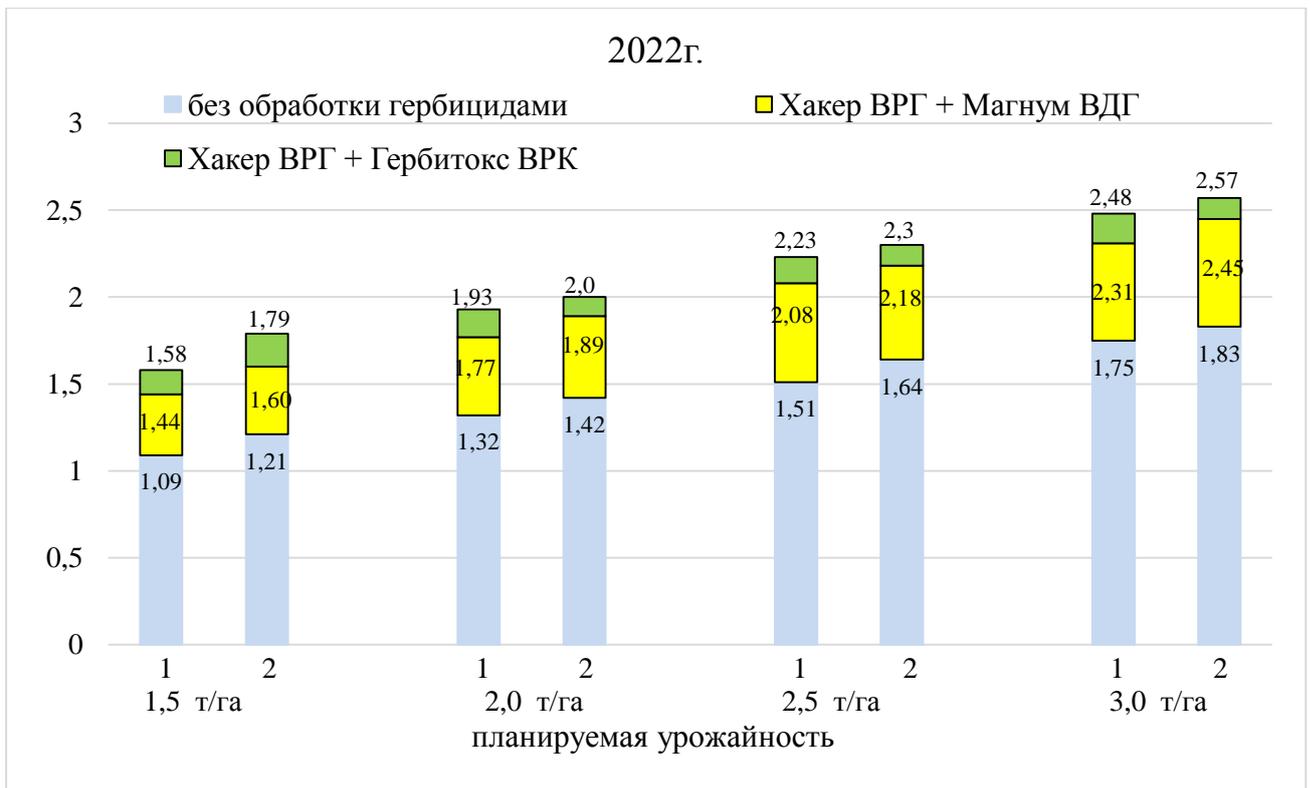
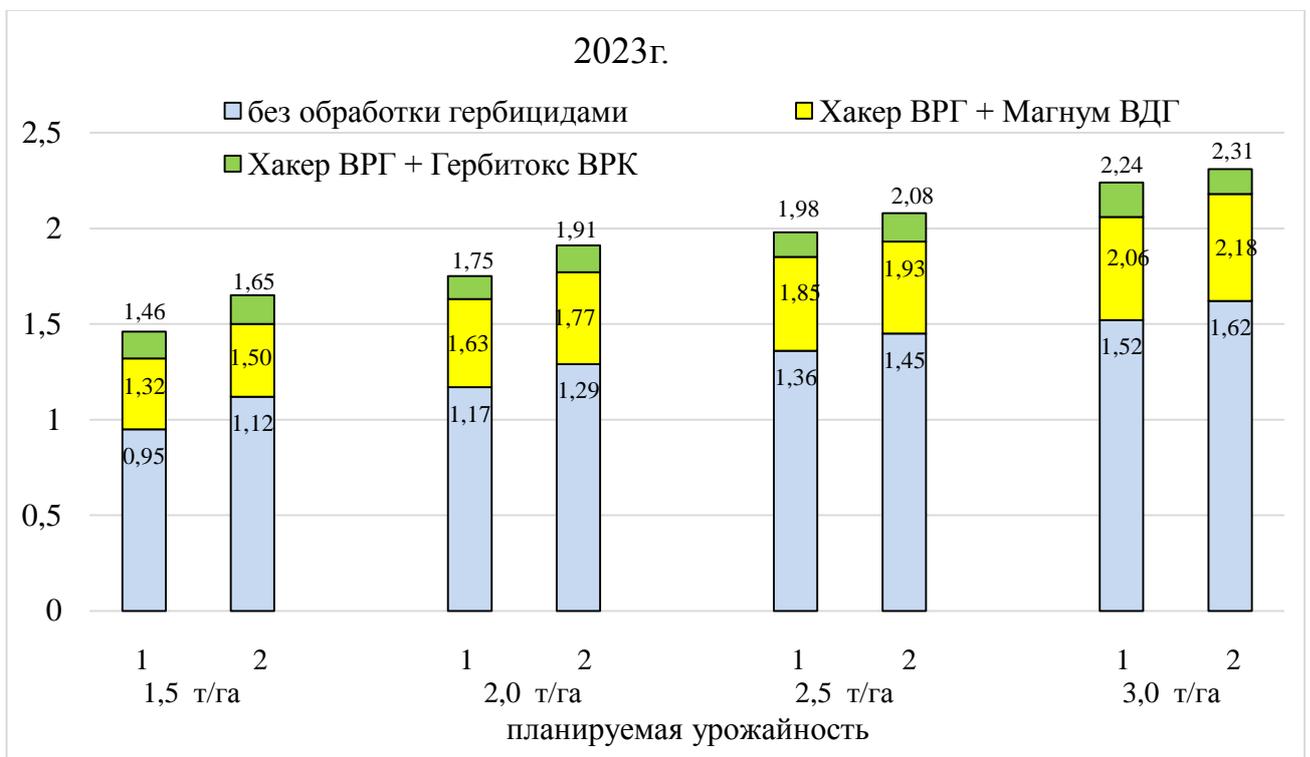


Рисунок 21 – Динамика урожайности (т/га) льна масличного в зависимости от факторов, 2022 год



1 – предшественник яровая пшеница; 2 – предшественник озимая пшеница

Рисунок 7 – Рисунок 22 – Динамика урожайности (т/га) льна масличного в зависимости от факторов, 2023 год

Среднее многолетнее значение урожайности семян льна в многофакторном полевом опыте 2 составило 1,91 т/га.

Лучшими по второму фактору были - вариант с планируемой урожайностью 2,5 т/га, где была получена средняя по опыту фактическая урожайность 2,09 т/га и прибавка урожая 0,62 т/га (42,2 %) в сравнении с контролем, а также вариант с планируемой урожайностью 3,0 т/га, давший в среднем по опыту 2,31 т/га и превысивший контроль на 0,84 т/га или 57,1 %.

Наибольшую эффективность в борьбе с сорняками показала баковая смесь гербицидов Хакер ВРГ + Гербитокс ВРК, обеспечившая получение средней по опыту урожайности семян льна масличного 2,17 т/га и прибавку урожая 0,66 т/га (43,7 %) по сравнению с необрабатываемым контрольным вариантом.

В заключение, для сельскохозяйственного производства можно рекомендовать следующие элементы технологии: использование в качестве предшественника озимой пшеницы, внесение минерального удобрения с нормой $N_{215}P_{60}K_{100}$, рассчитанной на получение планируемой урожайности льна в 3,0 т/га и обработку посевов смесью гербицидов Хакер ВРГ, 80 г/га + Гербитокс ВРК, 0,8 л/га, с применением пестицидов в фазе «ёлочки», при высоте масличной культуры в 8-12 см. При таком сочетании обеспечивается наивысшая средняя по эксперименту урожайность семян льна масличного – 2,65 т/га.

4.5. Корреляционно-регрессионный анализ данных полевого опыта 2

В многофакторном полевом опыте 2 был нами выполнен корреляционно-регрессионный анализ линейной простой и множественной взаимосвязи урожайности изучаемой масличной культуры с некоторыми показателями структуры урожая. Так же, выявлена зависимость урожайности льна от засорённости агроценозов.

В таблице 30 показаны данные анализа взаимосвязи между урожайностью льна (Y , т/га), массой 1000 семян (X , г) и числом коробочек (Z , шт./раст.).

Линейная зависимость YX является прямой и сильной. Коэффициенты линейной корреляции и детерминации по годам: 2021 - $r_{yx} = 0,921$ и $D_{yx} = 84,8 \%$; 2022 год - $r_{yx} = 0,869$ и $D_{yx} = 75,5 \%$ и 2023 - $r_{yx} = 0,929$ ($D_{yx} = 86,3 \%$). Значимость коэффициентов надёжно доказана, так как фактический критерий Стьюдента $t_{\text{факт}}$ за все годы опытов не опускался ниже значения 8,2 при теоретическом критерии значимости Стьюдента $t_{05} = 2,07$.

Все уравнения линейной регрессии по взаимосвязи урожайности и массы 1000 семян достоверны.

Линейная зависимость YZ имела коэффициенты линейной корреляции и детерминации, изменяющиеся в пределах от $r_{yz} = 0,908$ ($D_{yz} = 82,4 \%$) до $r_{yz} = 0,927$ ($D_{yz} = 85,9 \%$) и так же являлась прямой и сильной. Фактический критерий значимости Стьюдента $t_{\text{факт}}$ изменялся в пределах 10,17 – 11,61, превышая теоретический критерий $t_{05} = 2,07$, поэтому существенность представленных коэффициентов сомнений не вызывает.

Коэффициенты множественной корреляции за годы исследований не опускались ниже 0,9, характеризуя тем самым прямую сильную взаимосвязь; коэффициенты множественной детерминации также имели большие значения в пределах 84,1 – 87,8 %. Таким образом, представленный на рисунке 23 плоскостной график и соответствующее уравнение множественной регрессии, исчисленное по средним за годы исследования, данным, $Y = 1,98X + 0,2Z - 12,15$ достоверны и кроме теоретического, имеет практическое использование.

При корреляционно-регрессионном анализе взаимосвязи между показателями урожайности и засорённости были приняты следующие переменные: Y - урожайность льна масличного (т/га), X - засорённость агроценозов малолетней сорной растительностью (шт./м²) и Z - засорённость посевов многолетними сорняками (шт./м²). Данные представлены в таблице 31.

Коэффициенты линейной корреляции и детерминации увеличивали абсолютные значения от первого к последнему году исследования как по малолетним (взаимосвязь YX), так и по многолетним (взаимосвязь YZ) сорнякам: в 2021 году при коэффициентах $r_{yx} = - 0,283$ ($D_{yx} = 8,0 \%$) и $r_{yz} = - 0,293$ ($D_{yz} = 8,6 \%$) связь ха-

рактировалась как слабая и обратная. В 2022 году коэффициенты имели несколько большие абсолютные значения $r_{yx} = -0,367$ ($D_{yx} = 13,5\%$) и $r_{yz} = -0,358$ ($D_{yz} = 12,8\%$) и связь можно назвать обратной средней степени силы, а в 2023 году сила связи ещё увеличивалась, поскольку выросли и абсолютные значения коэффициентов корреляции: $r_{yx} = -0,464$ ($D_{yx} = 21,6\%$) и $r_{yz} = -0,425$ ($D_{yz} = 18,0\%$).

Значимость коэффициентов корреляции доказана только в 2023 году - фактические критерии Стьюдента $t_{\text{факт}}$ составляли 2,46 и 2,20 при теоретическом критерии $t_{05} = 2,07$. В другие годы фактические критерии значимости не превышали 1,85 (менее $t_{05} = 2,07$), что говорит о несущественности коэффициентов корреляции и регрессии, а также снижает доверие к уравнениям линейной регрессии.

Значения коэффициентов множественной корреляции также увеличивались от года к году: в 2021 году $R = 0,296$ ($R^2 = 8,8\%$) – связь слабая; в 2022 году $R = 0,387$ ($R^2 = 15,0\%$) – связь уже средняя и в 2023 году $R = 0,521$ ($R^2 = 27,1\%$) – связь средней силы. Вместе с тем, по результатам предыдущих исследований и данным, изложенным в научной литературе, слабая и близкая к ней средняя сила зависимости урожайности от засорённости посевов вызывает сомнение. В большинстве исследований эта связь характеризуется как обратная по направлению и сильная или средняя, близкая к сильной (коэффициент корреляции превышает по абсолютному значению 0,6).

В полевом опыте 2 лён масличный возделывался на участках, имеющих большие различия в уровне минерального питания, поскольку для достижения различных уровней планируемой урожайности льна масличного были внесены разные нормы минерального удобрения: N_{95} на планируемый урожай 1,5 т/га; $N_{135}K_{30}$ на урожай 2,0 т/га; $N_{175}P_{20}K_{65}$ на урожай 2,5 т/га и $N_{215}P_{60}K_{100}$ на урожай 3,0 т/га. Объединение данных со столь различных вариантов в один вариационный ряд, очевидно, нивелировало влияния сорной растительности на снижение урожайности льна масличного и искажало результаты корреляционно-регрессионного анализа. Поэтому нами был проведён дополнительный расчет по каждому уровню питания и результаты его представлены в таблице 32.

Таблица 30 – Корреляционно-регрессионный анализ взаимосвязи между урожайностью льна (Y), массой 1000 семян (X) и число коробочек (Z) в многофакторном полевом опыте 2

Простая линейная корреляция					Множественная корреляция			
взаимо- связь	коэффициенты		критерий Стьюдента $t_{\text{факт.}}$	Уравнение линей- ной регрессии	коэффициенты		критерий Фишера, $F_{\text{факт.}}$	Уравнение множественной регрессии
	корреля- ции r	детерми- нации, D			корреля- ции R	детерми- нации, R^2		
2021г.								
YX	0,921	84,8	11,08	$Y = 3,3X - 16,95$	0,932	86,9	69,7	$Y = 1,36 X + 0,42Z - 11,59$
YZ	0,927	85,9	11,61	$Y = 0,70Z - 7,51$				
XZ	0,965	93,1	17,36	$X = 0,20Z + 3,03$				
2022г.								
YX	0,869	75,5	8,22	$Y = 1,92X - 9,07$	0,917	84,1	55,5	$Y = 0,62 X + 0,43Z - 7,47$
YZ	0,908	82,4	10,17	$Y = 1,60Z - 6,13$				
XZ	0,895	80,1	9,41	$X = 0,27Z + 2,11$				
2023г.								
YX	0,929	86,3	11,76	$Y = 2,20X - 10,65$	0,937	87,8	75,6	$Y = 1,18 X + 0,37Z - 9,69$
YZ	0,927	85,9	11,59	$Y = 0,76Z - 8,06$				
XZ	0,963	97,3	16,66	$X = 0,33 Z + 1,38$				
среднее								
YX	0,961	92,4	16,24	$Y = 2,69X - 13,42$	0,964	92,9	137,4	$Y = 1,98 X + 0,20Z - 12,15$
YZ	0,940	88,4	12,98	$Y = 0,71Z - 7,57$				
XZ	0,954	91,0	14,87	$X = 0,26 Z + 2,23$				

Таблица 31 – Корреляционно-регрессионный анализ взаимосвязи между урожайностью льна (Y), и засорённостью малолетними (X) и многолетними (Z) сорняками в многофакторном полевом опыте 2

Простая линейная корреляция					Множественная корреляция			
взаимо- связь	коэффициенты		критерий Стьюдента $t_{\text{факт.}}$	Уравнение линей- ной регрессии	коэффициенты		критерий Фишера, $F_{\text{факт.}}$	Уравнение множественной регрессии
	корреля- ции r	детерми- нации, D			корреля- ции R	детерми- нации, R^2		
2021г.								
YX	- 0,283	8,0	1,38	Y = 2,69 – 0,09X Y = 2,74 – 0,13Z X = 14,3Z – 4,01	0,296	8,8	4,41	Y = 2,79 + 0,007 X - 0,24Z
YZ	- 0,293	8,6	1,44					
XZ	0,986	97,2	27,82					
2022г.								
YX	- 0,367	13,5	1,85	Y = 2,40 – 0,008X Y = 2,38 – 0,1Z X = 12,35Z + 3,2	0,387	15,0	6,63	Y = 2,36 - 0,14X + 0,077Z
YZ	- 0,358	12,8	1,81					
XZ	0,990	98,0	32,82					
2023г.								
YX	- 0,464	21,6	2,46	Y = 2,25 - 0,008X Y = 2,29 – 0,11Z X = 14,1Z – 6,8	0,521	27,1	11,42	Y = 2,04 - 0,037X - 0,42Z
YZ	- 0,425	18,0	2,20					
XZ	0,990	98,0	32,13					
среднее								
YX	- 0,366	13,4	1,85	Y = 2,49 - 0,009X Y = 2,46 – 0,11Z X = 13,6Z – 4,0	0,377	14,2	6,35	Y = 2,33 - 0,035X - 0,36Z
YZ	- 0,359	12,9	1,80					
XZ	0,997	99,4	60,79					

Таблица 32 – Корреляционно-регрессионный анализ взаимосвязи между урожайностью льна (Y), и засорённостью малолетними (X) и многолетними (Z) сорняками на разных уровнях минерального питания в полевом опыте 2, среднее за 2021-2023гг.

Простая линейная корреляция					Множественная корреляция			
взаимосвязь	коэффициенты		критерий Стьюдента $t_{\text{факт.}}$	Уравнение линейной регрессии	коэффициенты		критерий Фишера, $F_{\text{факт.}}$	Уравнение множественной регрессии
	корреляции r	детерминации, D			корреляции, R	детерминации, R^2		
N ₉₅ на планируемый урожай 1,5 т/га								
YX	- 0,955	91,2	6,41	$Y = 2,30 - 0,015X$	0,978	95,6	66,68	$Y = 2,59 + 0,039X - 0,74Z$
YZ	- 0,966	93,3	7,44	$Y = 2,39 - 0,21Z$				
XZ	0,998	99,6	32,75	$X = 13,92Z - 5,65$				
N ₁₃₅ K ₃₀ на планируемый урожай 2,0 т/га								
YX	- 0,959	91,9	6,74	$Y = 2,74 - 0,016X$	0,983	96,7	86,7	$Y = 2,82 + 0,025X - 0,54Z$
YZ	- 0,974	94,9	8,63	$Y = 2,77 - 0,21Z$				
XZ	0,996	99,2	22,75	$X = 13,15Z - 1,62$				
N ₁₇₅ P ₂₀ K ₆₅ на планируемый урожай 2,5 т/га								
YX	- 0,950	90,3	6,12	$Y = 3,23 - 0,017X$	0,974	94,9	56,19	$Y = 3,54 + 0,039X - 0,78Z$
YZ	- 0,963	92,7	7,10	$Y = 3,29 - 0,23Z$				
XZ	0,998	99,6	30,06	$X = 13,91Z - 5,53$				
N ₂₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀ на планируемый урожай 3,0 т/га								
YX	- 0,943	88,9	5,65	$Y = 3,54 - 0,017X$	0,988	97,6	123,5	$Y = 3,97 + 0,048X - 0,91Z$
YZ	- 0,964	92,9	7,22	$Y = 3,68 - 0,24Z$				
XZ	0,997	99,7	24,35	$X = 13,82Z - 6,67$				

Из представленных данных видно, что все статистические показатели полностью соответствуют логическим построениям и не вступают в противоречие с научными источниками. На всех уровнях питания взаимосвязь между урожайностью льна масличного и засорённостью обеими группами сорняков является обратной и сильной. По малолетним сорнякам коэффициент линейной корреляции r_{yx} изменяется в пределах от $-0,959$ до $-0,943$ и коэффициент детерминации D_{yx} – от $88,9\%$ до $91,9\%$, а по многолетним сорнякам коэффициент корреляции r_{yz} имеет пределы от $-0,974$ до $-0,966$ и коэффициент детерминации D_{yz} – от $92,7\%$ до $94,9\%$. Статистическая значимость доказана – фактические критерии Стьюдента $t_{\text{факт.}}$ лежали в пределах от $5,65$ до $8,63$ и превышали величину теоретического критерия Стьюдента $t_{05} = 2,78$.

Необходимо отметить, что значения коэффициентов регрессии на различных уровнях питания были очень близки и имели пределы по малолетним сорнякам b_{yx} от $0,015$ до $0,017$ т/га и по многолетним сорнякам b_{yz} от $0,21$ до $0,24$ т/га. Коэффициенты множественной корреляции R и детерминации R^2 также определяли сильную взаимосвязь и имели пределы $0,974-0,988$ и $94,9-97,6\%$ соответственно.

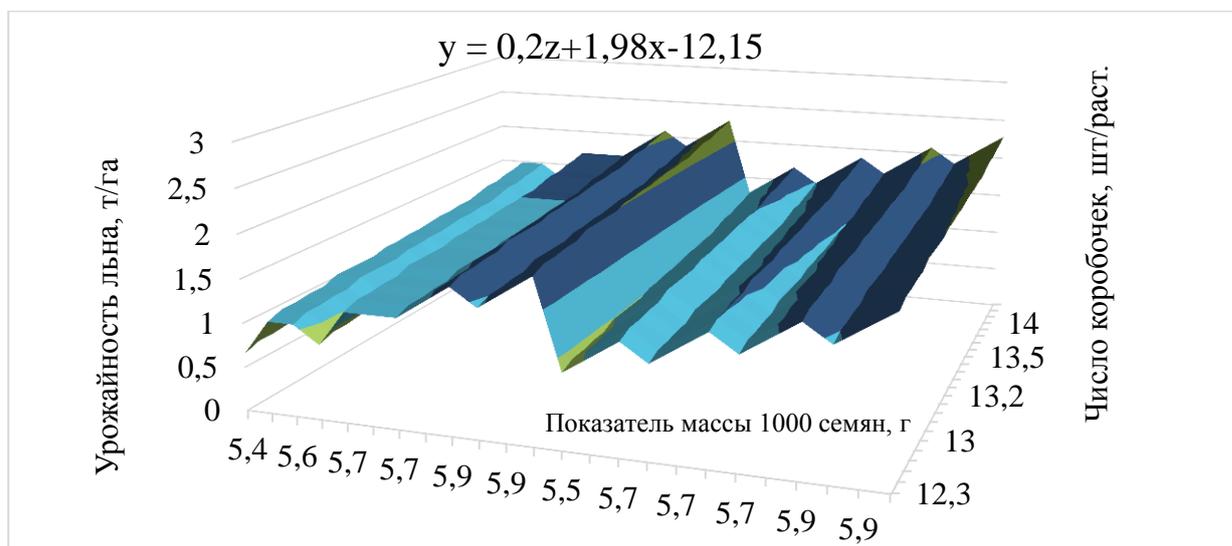


Рисунок 23 – Множественная корреляционно-регрессионная зависимость между урожайностью, массой 1000 семян и числом коробочек в полевом опыте 2 по изучению урожайности льна от предшественника и гербицидов на фоне различных уровней минерального питания.

Фактический критерий значимости Фишера $F_{\text{факт.}}$ на разных уровнях питания лежал в пределах от 56,19 до 86,7 и превышал теоретический $F_{05} = 3,18$, доказывая статистическую значимость всех представленных коэффициентов и обеспечивая достоверность всех уравнений регрессии. Плоскостные графики, построенные по уравнениям множественной регрессии от доз удобрений представлены на рисунках 24 - 27.

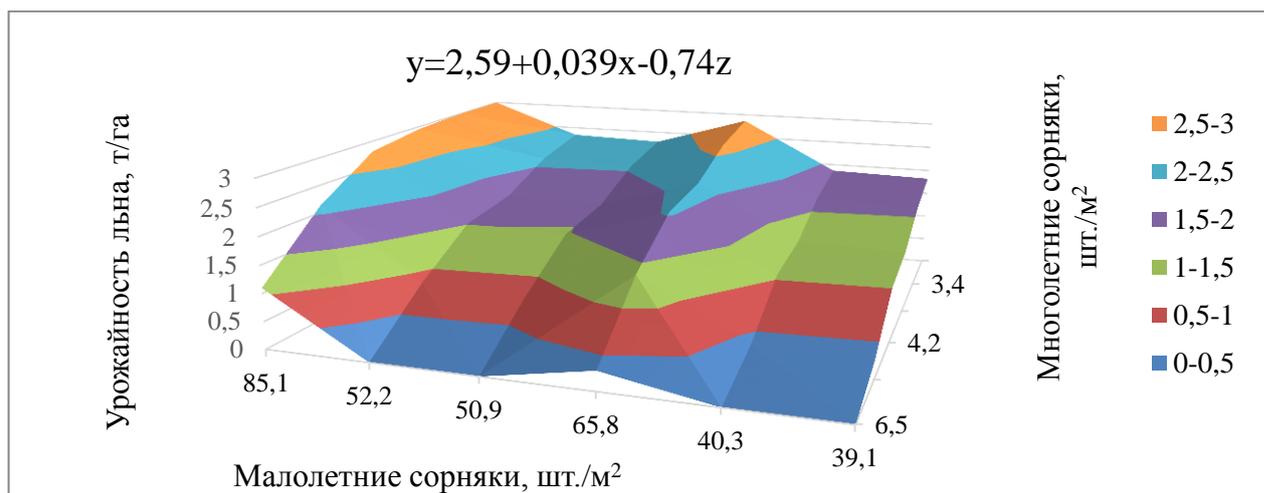


Рисунок 24 – Множественная корреляционно-регрессионная зависимость между урожайностью и засорённостью малолетними и многолетними сорняками в полевом опыте 2 при норме минерального удобрения N_{95} , рассчитанной на планируемую урожайность 1,5 т/га

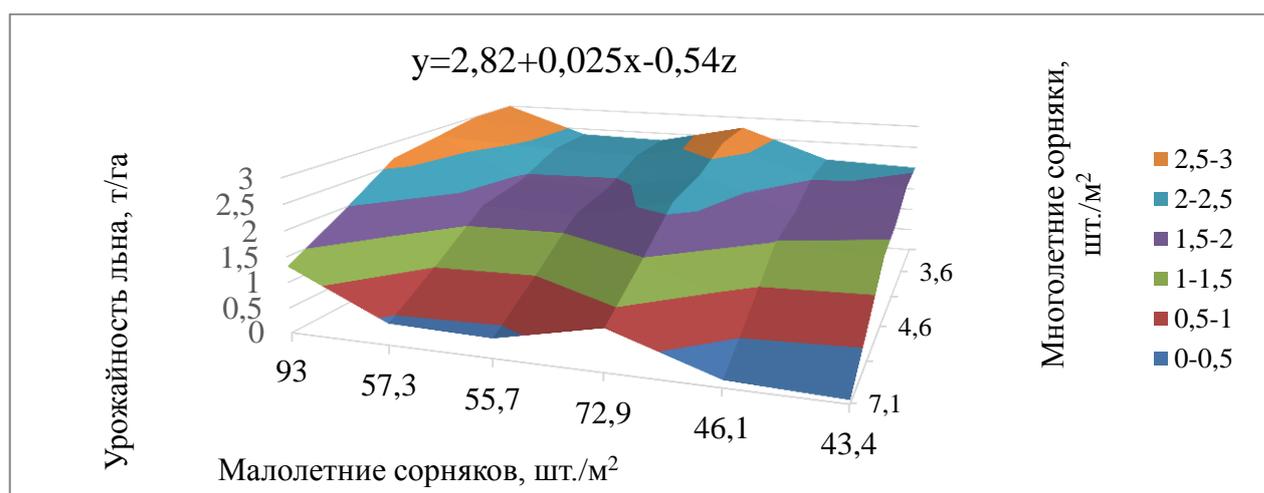


Рисунок 25 – Множественная корреляционно-регрессионная зависимость между урожайностью и засорённостью малолетними и многолетними сорняками в полевом опыте 2 при норме минерального удобрения $N_{135}K_{30}$, рассчитанной на планируемую урожайность 2,0 т/га

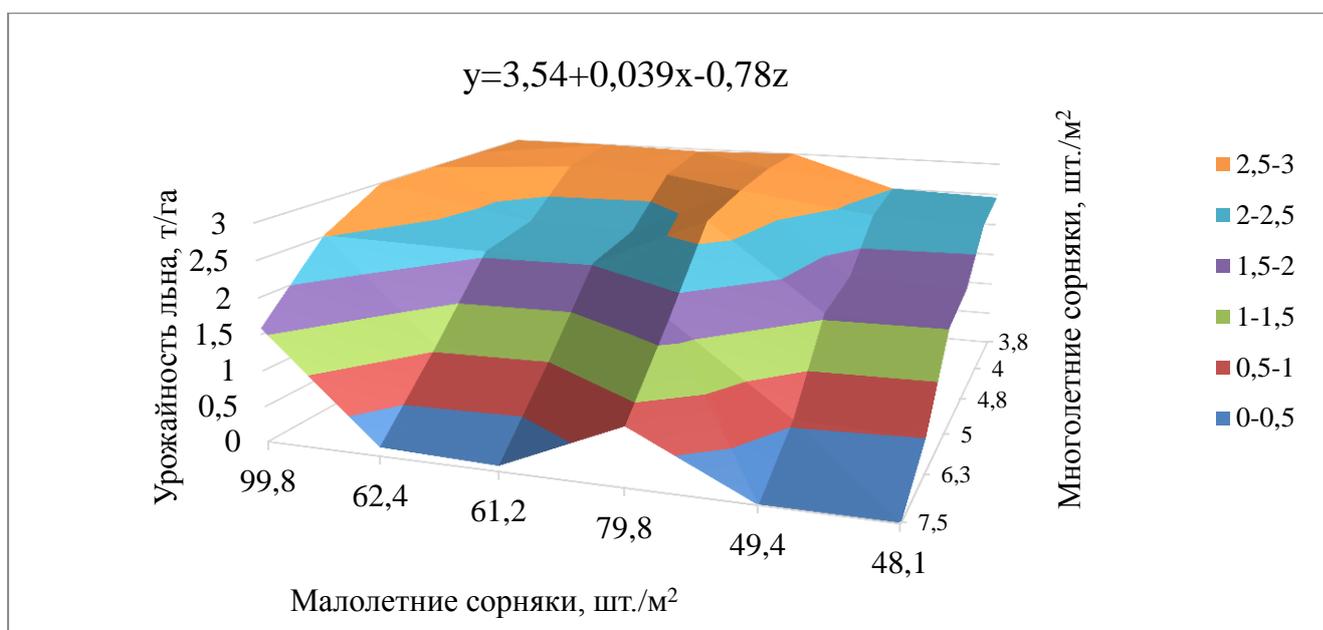


Рисунок 26 – Множественная корреляционно-регрессионная зависимость между урожайностью и засорённостью малолетними и многолетними сорняками в полевом опыте 2 при норме минерального удобрения $N_{175}P_{20}K_{65}$, рассчитанной на планируемую урожайность 2,5 т/га

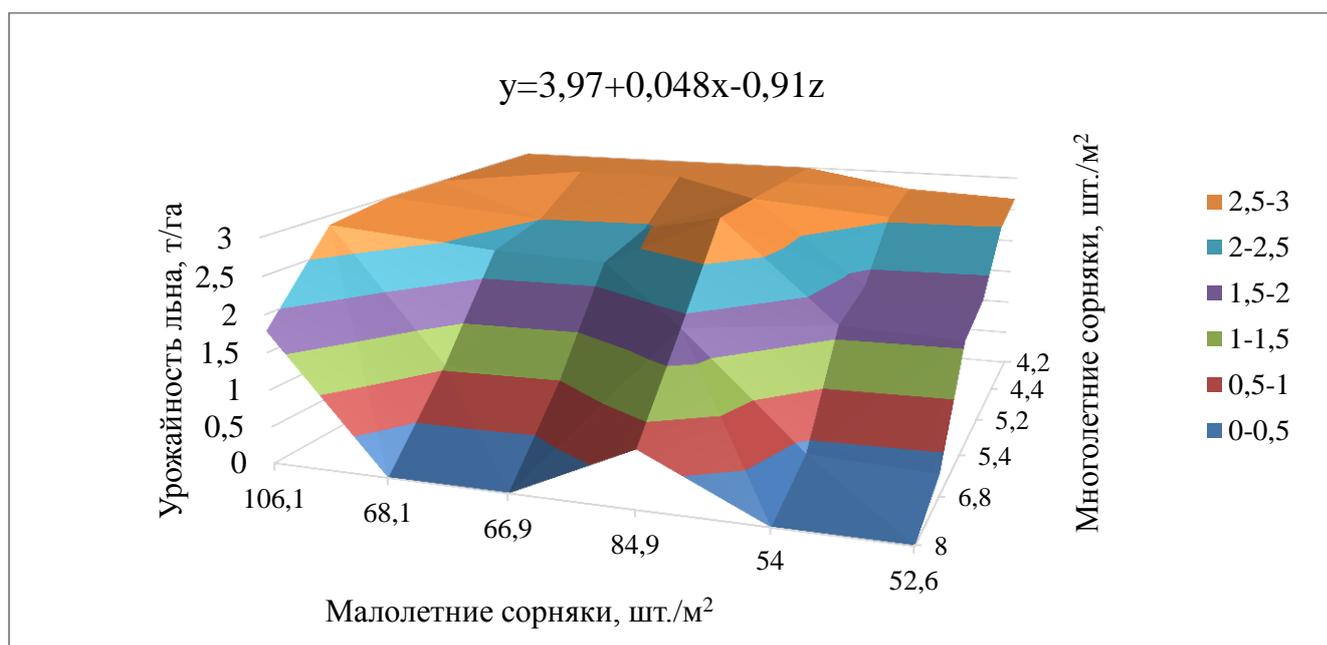


Рисунок 27 – Множественная корреляционно-регрессионная зависимость между урожайностью и засорённостью малолетними и многолетними сорняками в полевом опыте 2 при норме минерального удобрения $N_{215}P_{60}K_{100}$, рассчитанной на планируемую урожайность 3,0 т/га

Заключение. Таким образом, лучшей комбинацией вариантов по факторам эксперимента при анализе различных показателей структуры урожая масличной культуры оказалось размещение в севообороте льна после озимой пшеницы + внесение максимальной нормы минерального удобрения $N_{215}P_{60}K_{100}$ (рассчитанной на получение с планируемого урожая 3,0 т/га) + баковая гербицидная смесь Хакер, ВРГ + Гербитокс, ВРК, именно в этом сочетании выявлены максимальные значения (2,65 т/га).

Увеличение дозы минерального удобрения приводит к росту засорённости посевов и значительно увеличивает сопротивляемость сорной растительности к химическим, биологическим и прочим мерам борьбы с ней. Максимальная масса сорняков выявлена на варианте комплексного действия: предшественник яровая пшеница + уровень питания с планируемой урожайностью в 3,0 т/га + баковая гербицидная смесь Хакер, ВРГ, 80 г/га + Гербитокс, ВРК, 0,8 л/га (314 г/м²). В полученных экспериментальных данных, баковые смеси гербицидов в сравнении с контролем дали существенные прибавки семян льна – 0,5 т/га (34,0 %) и 0,64 т/га (43,5 %) соответственно Хакер, ВРГ + Магнум, ВДГ и Хакер, ВРГ + Гербитокс, ВРК при НСР₀₅ по фактору С 0,05 т/га.

Озимая пшеница в качестве предшественника для льна масличного в сравнении с яровой пшеницей обеспечивала прибавку урожая масличной культуры в 0,12-0,14 т/га или 6,6-7,5 %.

Уравнения линейной и множественной регрессии с высокой степенью точности описывают зависимость урожайности от показателей сорной растительности как малолетними, так и многолетними видами и рекомендуются для прогнозирования и программирования урожая льна масличного.

ГЛАВА 5. БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРЕДЛОЖЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АГРОТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

5.1 Энергетическая эффективность опыта по изучению доз минеральных удобрений и обработки агрохимикатом

Энергию, накопленную при урожае льна масличного рассчитывали по калорийности семян, составляющей 534 ккал/100 г, с последующим пересчётом в МДж. Таким образом, полученный коэффициент составил 22400 МДж на 1 тонну продукции.

Затраты совокупной энергии, затраченной при возделывании льна масличного в полевом опыте рассчитывали по статьям технологической карты. Полученные данные представлены в таблице 33.

Наибольшие совокупные затраты энергии в представленной технологии приходятся на производство и внесение высокой нормы минерального удобрения $N_{215}P_{60}K_{100}$ и составляют 18 908,0 МДж/га или 73,96 % всех затрат при выращивании льна кудряша. Среди различных видов удобрения на фосфорные (норма P_{60}) и калийные (норма 100) приходится лишь 3,23 % и 3,44 % соответственно, тогда как азотные удобрения с нормой N_{215} в принятой технологии требуют 17 200 МДж/га или 67,29 % затрат энергии.

Среди других статей затрат энергии существенная часть - 4 374,1 МДж/га или 17,11 %, - приходится на топливо. Прочие статьи затрат не превышают 5 %: на использование техники 4,81 %, на семена 3,4 % и лишь 0,7 % на внесение пестицидов.

Затраты совокупной энергии на эксперимент в полевом опыте 1 складывались из затрат на внесение различных доз минерального удобрения согласно схемы опыта и затрат на обработку льна масличного микроудобрением Микрополидок Плюс.

Таблица 33 – Совокупная энергия, затраченная на возделывание льна масличного в полевом опыте 1 при использовании факторов планируемой урожайности и агрохимиката Микрополидок Плюс

№ п.п.	Показатель	МДж/га	%
1.	Затраты энергии на технику, в том числе:		
	а) тракторы и использование прицепной техники	378,5	1,48
	б) уборочная техника	465,0	1,82
	в) другие сельскохозяйственные машины	324,6	1,27
	г) автомобильный транспорт	62,0	0,24
	всего	1230,1	4,81
2.	Трудовые энергетические затраты	5,0	0,02
3.	Затраты энергии на топливо, всего	4374,1	17,11
4.	Затраты энергии на удобрения, всего	18908,0	73,96
5.	Затраты энергии на пестициды, всего	179,8	0,70
6.	Электроэнергия	0,3	-
7.	Затраты энергии на семенной фонд	869,8	3,40
	Итого	25567,1	100,0

Затраты энергии на различных вариантах первого порядка в полевом опыте 1 рассчитывали, исходя из затрат на производство и внесение различных норм минеральных удобрений для получения планируемых урожаев от 1,5 т/га до 3,0 т/га.

Таким образом, совокупные затраты энергии на контрольном варианте с планируемой урожайностью 1,5 т/га составили 14 259,1 МДж/га, на варианте 2,0 т/га 17 723,1 МДж/га, на варианте 2,5 т/га – 20 992,3 МДж/га и на варианте 3,0 т/га – 25567,1 МДж/га.

Затраты энергии на производство и внесение препарата Микрополидок Плюс на вариантах второго порядка составили 35,7 МДж/га.

Данные по энергетической эффективности возделывания льна масличного по годам и в сумме за все годы исследования представлены в таблицах 34 - 36.

Таблица 34 – Показатели энергетической эффективности выращивания льна в полевом опыте 1, 2021 г.

Планируемая урожайность	Обработка Микрополидок Плюс	Урожай, т/га	Энергия в урожае, МДж/га	Техногенная энергия, МДж/га	КЭЭ
1,5 т/га	-	1,64	36736,0	14259,1	2,58
	+	1,72	38528,0	14294,8	2,70
2,0 т/га	-	1,98	44352,0	17723,1	2,50
	+	2,07	46368,0	17758,8	2,61
2,5 т/га	-	2,40	53760,0	20992,3	2,56
	+	2,51	56224,0	21028,0	2,67
3,0 т/га	-	2,49	55776,0	25567,1	2,18
	+	2,58	57792,2	25602,8	2,26

В 2021 году наибольшие коэффициенты энергетической эффективности получены на контрольном варианте с планируемой урожайностью 1,5 т/га – 2,70 в комплексе с применением препарата Микрополидок Плюс и 2,58 без обработки. Необходимо сразу отметить, что подобный результат получен только в этом году.

Таблица 35 – Показатели энергетической эффективности выращивания льна в полевом опыте 1,, 2022 г.

Планируемая урожайность	Обработка Микрополидок Плюс	Урожай, т/га	Энергия в урожае, МДж/га	Техногенная энергия, МДж/га	КЭЭ
1,5 т/га	-	1,43	32032,0	14259,1	2,25
	+	1,52	34048,0	14294,8	2,38
2,0 т/га	-	1,83	40992,0	17723,1	2,31
	+	1,95	43680,0	17758,8	2,46
2,5 т/га	-	2,22	49728,0	20992,3	2,37
	+	2,34	52416,0	21028,0	2,49
3,0 т/га	-	2,39	53536,0	25567,1	2,09
	+	2,47	55328,0	25602,8	2,16

Немного уступали контролю варианты с планируемой урожайностью 2,0 т/га – 3,3 % и 3,1 % и вариант 2,5 т/га – 1,1 % и 0,8 % соответственно. Самые небольшие коэффициенты энергетической эффективности отмечены на делянках при выращивании льна с планируемой урожайностью 3,0 т/га: 2,26 (уступает контролю 12,6 %) с обработкой препаратом Микрополидок Плюс и 2,18 (- 15,5 %) без препарата.

В 2022 году наивысший показатель коэффициента энергетической эффективности отмечен при выращивании культуры с планируемой урожайностью 2,5 т/га: 2,49 при обработке препаратом Микрополидок Плюс и без обработки – 2,37.

Вариант с планируемой урожайностью 2,0 т/га немного уступал лучшему: 1,2 % и 2,5 %. Наиболее затратный вариант с планируемой урожайностью 3,0 т/га, как и в другие годы, уступал лучшему варианту 13,3 % в комплексе с препаратом Микрополидок Плюс и 11,8 % без него, а также соответственно 9,2 % и 7,1 % контрольному варианту с планируемой урожайностью 1,5 т/га.

Таблица 36 – Показатели энергетической эффективности выращивания льна в полевом опыте 1, 2023 г.

Планируемая урожайность	Обработка Микрополидок Плюс	Урожай, т/га	Энергия в урожае, МДж/га	Техногенная энергия, МДж/га	КЭЭ
1,5 т/га	-	1,32	29568,0	14259,1	2,07
	+	1,40	31360,0	14294,8	2,19
2,0 т/га	-	1,67	37408,0	17723,1	2,11
	+	1,75	39200,0	17758,8	2,21
2,5 т/га	-	1,88	42112,0	20992,3	2,01
	+	1,99	44576,0	21028,0	2,12
3,0 т/га	-	2,04	45696,0	25567,1	1,79
	+	2,16	48384,0	25602,8	1,89

В неблагоприятном 2023 году лучшим по энергетической эффективности стал с расчетной урожайностью 2,0 т/га: 2,21 и 2,11 с микроудобрением Микрополи-

лидок Плюс и без него соответственно. С расчетной урожайностью 3,0 т/га коэффициент упал ниже 2 (1,89 и 1,79) и уступал лучшему варианту около 15 %.

Усреднение коэффициентов энергетической эффективности за все годы исследований (таблица 37) привело к устранению различий между вариантами с планируемой урожайностью 1,5 т/га, 2,0 т/га и 2,5 т/га как с применением препарата Микрополидок Плюс (2,42 – 2,43), так и без него (2,29 – 2,32). Лишь вариант с планируемой урожайностью 3,0 т/га существенно уступал остальным – 13,6 % с Микрополидок Плюс и 12,6 % без препарата. Очевидно здесь, как и при анализе экономической эффективности, на снижение энергетических показателей влияют значительные затраты энергии на производство и внесение высокой нормы минерального удобрения $N_{215}P_{60}K_{100}$, которые не окупаются прибавками урожая льна масличного.

Таблица 37 – Энергетическая эффективность в полевом опыте 1, среднее 2021-2023 гг.

Планируемая урожайность	Обработка Микрополидок Плюс	Урожай, т/га	Энергия в урожае, МДж/га	Техногенная энергия, МДж/га	КЭЭ
1,5 т/га	-	1,46	32704,0	14259,1	2,29
	+	1,55	34720,0	14294,8	2,43
2,0 т/га	-	1,83	40992,0	17723,1	2,31
	+	1,92	4308,0	17758,8	2,42
2,5 т/га	-	2,17	48608,0	20992,3	2,32
	+	2,28	51072,0	21028,0	2,43
3,0 т/га	-	2,31	51744,0	25567,1	2,02
	+	2,40	53760,0	25602,8	2,10

В заключение, для применения на практике в сельскохозяйственном производстве следует рекомендовать внесение нормы минерального удобрения $N_{135}K_{30}$, рассчитанную на планируемую урожайность 2,0 т/га и норму $N_{175}P_{20}K_{65}$ на – 2,5 т/га культуры в комплексе с обработкой посевов микроудобрением Микрополи-

док Плюс, поскольку именно на этих вариантах получены наивысшие коэффициенты энергетической эффективности.

5.2. Энергетическая эффективность в опыте по изучению видов предшественников, гербицидов на фоне различных уровней питания

В многофакторном полевом опыте 2 затраты энергии при возделывании льна масличного после различных предшественников – яровой пшеницы и озимой пшеницы, - не отличаются, поскольку пока нет достоверных методик по расчётам затрат энергии при последствии факторов, одним из которых и является влияние предшественника на урожайность возделываемой культуры.

Затраты энергии на внесение различных норм минерального удобрения, рассчитанных на планируемые уровни урожайности льна масличного от 1,5 т/га до 3,0 т/га соответствуют аналогичным вариантам в полевом опыте 1.

Таким образом, энергетический анализ используемой агротехнологии в многофакторном полевом опыте 2 аналогичен представленному в полевом опыте 1. Затраты совокупной энергии на эксперимент в многофакторном полевом опыте 2 складывались из двух параметров: первый – уже указанные выше, затраты на производство и внесение различных норм минерального удобрения – вариант 1 (N₉₅ на планируемый урожай 1,5 т/га льна масличного) 14 259,1 МДж/га; вариант 2 (N₁₃₅K₃₀ на планируемый урожай 2,0 т/га) 17 723,1 МДж/га; вариант 3 (N₁₇₅P₂₀K₆₅ на планируемый урожай 2,5 т/га) 20 992,3 МДж/га и вариант 4 (N₂₁₅P₆₀K₁₀₀ на планируемый урожай 3,0 т/га) 25 567,1 МДж/га.

Второй параметр – затраты на производство и внесение различных баковых смесей гербицидов: смесь Хакер ВРГ + Магнум ВДГ потребовала 52,1 МДж/га энергии и смесь Хакер ВРГ + Гербитокс ВРК – 209,0 МДж/га. Значительная разница в показателях объясняется малой дозой внесения гербицида Магнум ВДГ – 5 г/га.

Показатели энергетической эффективности возделывания льна масличного представлены в таблице 38.

Наивысшие значения КЭЭ отмечены в максимально урожайном 2021 году по всем изучаемым вариантам (2,5). В 2022 году аналогичный показатель был равен 2,13, и КЭЭ 1,92 – в наименее урожайном 2023 году.

Наименьшее влияние на изменение коэффициента энергетической эффективности в многофакторном полевом опыте 2 оказали предшественники льна масличного. Причём, если абсолютная разница в показателях по годам исследования практически не отличалась - размещение льна масличного после озимой пшеницы было эффективнее, чем после яровой пшеницы: на 0,15 – 0,16 единиц, то по относительной разнице прослеживается устойчивая тенденция к снижению этого показателя от наиболее урожайного 2021 года (6,6 %) к наименее урожайному 2023 году (7,8 %).

Таблица 38 – Энергетическая эффективность в полевом опыте 2, среднее 2021-2023гг.

Фактор А (предшественник)	Фактор В (плановая урожайность)	Фактор С (обработка гербицидами)			Среднее по А	Среднее по В
		без обработки	Хакер, ВРГ+ Магнум, ВДГ	Хакер, ВРГ + Гербитокс, ВРК		
Яровая пшеница	1,5 т/га	1,71	2,30	2,51	2,11	2,30
	2,0 т/га	1,67	2,28	2,44		2,20
	2,5 т/га	1,71	2,31	2,45		2,22
	3,0 т/га	1,57	2,11	2,22		2,01
Озимая пшеница	1,5 т/га	1,93	2,55	2,79	2,26	
	2,0 т/га	1,82	2,41	2,59		
	2,5 т/га	1,82	2,44	2,56		
	3,0 т/га	1,66	2,21	2,30		
Среднее по С		1,74	2,33	2,48	2,19	

Таким образом, в неблагоприятные по климатическим условиям вегетационного периода годы энергетическая эффективность возделывания льна маслич-

ного после озимой пшеницы в сравнении с возделыванием после яровой пшеницы, выше, чем в благоприятные.

В настоящих опытах со льном, максимальный коэффициент энергетической эффективности (2,64) отмечен в 2021 году при возделывании льна масличного с нормой минерального удобрения $N_{175}P_{20}K_{65}$, рассчитанной на планируемый урожай 2,5 т/га. В прочие годы наивысшие значения этого показателя отмечены на контрольном варианте с нормой N_{95} (планируемый урожай 1,5 т/га): 2,26 в 2022 году и 2,08 в 2023 году. Здесь отмечается закономерность – с увеличением нормы минерального удобрения коэффициент энергетической эффективности уменьшается в сравнении с контролем на делянках с расчетной урожайностью 2,0 т/га по годам соответственно на 3,5 % и 3,8 %; на варианте 2,5 т/га – 6,6 % и 9,1 %; на варианте 3,0 т/га наиболее существенно – на 13,7 % в 2022 и 16,3 % в 2023 годах.

Высокие затраты совокупной энергии на выработку и внесение минеральных удобрений не окупаются запасами энергии, накопленной в хозяйственно-ценной части урожая.

Наибольший рост показателей энергетической эффективности отмечен при применении различных баковых смесей пестицидов в агроценозах возделываемой культуры в сравнении с необрабатываемым контролем, средний за все годы исследования прирост коэффициента энергетической эффективности Хакер ВРГ + Магнум ВДГ составил 33,9 %; на варианте Хакер ВРГ + Гербитокс ВРК – 42,5 %.

При анализе изменения коэффициентов энергетической эффективности по годам, подтверждается тенденция, отмеченная при анализе влияния предшественников на этот показатель. Если в 2021 году энергетическая эффективность применения смеси Хакер ВРГ + Гербитокс ВРК превышала энергетическую эффективность применения смеси Хакер ВРГ + Магнум ВДГ на 5,2 %, то в 2022 году этот показатель составил 7,1 % и 7,8 % - в 2023 году. Отсюда, можно констатировать, что энергетическая эффективность использования комплекса гербицидов на льне кудряше в неблагоприятные по климатическим условиям годы, несколько выше, чем в благоприятные.

В заключение, по результатам проведённого анализа показателей энергетической эффективности и урожайности льна масличного в многофакторном поле-вом опыте 2, можно отметить лучшее сочетание факторов, предусматривающее размещение льна масличного в севообороте после озимой пшеницы, внесение норм возделывания льна масличного, рассчитанных на получение планируемого урожая от 1,5 т/га до 2,5 т/га и опрыскиванием баковой смесью гербицидов Хакер ВРГ + Гербитокс ВРК. Средний коэффициент энергетической эффективности при этих условиях лежит в пределах 2,56-2,79 и это значение является максимальным.

5.3. Экономическая эффективность результатов опыта по изучению доз минеральных удобрений и обработки агрохимикатом

Экономическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур определяется по ряду показателей, основным из которых является уровень рентабельности, определяемый как отношение полученной прибыли к сумме производственных затрат, выраженное в относительных единицах (процентах).

Производственные затраты в полевом опыте 1 представлены в технологической карте (приложение 28) по норме минерального удобрения $N_{215}P_{60}K_{100}$, рассчитанной на планируемый урожай льна масличного 3,0 т/га (вариант 4 первого порядка). Структура производственных затрат в полевом опыте 1 представлена в таблице 39.

Наибольшие затраты приходятся на приобретение минеральных удобрений по довольно высокой норме (54,2 %).

Среди других статей производственных затрат лишь стоимость пестицидов превышает 10 %, прочие лежат в пределах от 2,2 % (транспортировка зерна) до 8,5 % (основная обработка почвы). Общие производственные затраты при возделывании маслосемян льна сорта Уральский по технологической карте составили 42 167,34 руб./га.

Таблица 39 – Структура производственных затрат при выращивании льна

Элемент технологии	Затраты	
	руб./га	%
1. Сумма затрат на обработку почвы	4619,65	10,9
2. Транспортировка и внесение удобрений в поле	1045,03	2,5
Стоимость применяемых удобрений	22870,00	54,2
Сумма затрат на внесение удобрений	23915,03	56,7
3. Сумма затрат на посев	3938,24	9,4
4. Сумма затрат на химическую защиту растений	6844,56	16,3
5. Сумма затрат на уборку и транспортировку урожая	2849,86	6,7
Всего производственных затрат	42 167,34	100,0

Затраты на эксперимент по вариантам первого порядка исчислялись по нормам минерального удобрения согласно схемы опыта (таблица 40).

Таблица 40 – Расчёт затрат на эксперимент по нормам минерального удобрения в полевом опыте 1

Норма минерального удобрения	Вид минерального удобрения	Физический вес (т/га)	Цена 1 т удобрения (руб.)	Стоимость (руб./га)
1. N ₉₅	Аммиачная селитра	0,280	20 000	5 600
2. N ₁₃₅ K ₃₀	Аммиачная селитра	0,397	20 000	7 940
	Калийная соль	0,075	23 500	1762,5
сумма				9 702,5
3. N ₁₇₅ P ₂₀ K ₆₅	Аммиачная селитра	0,515	20 000	10 300
	Простой суперфосфат	0,077	16 000	1 232
	Калийная соль	0,1625	23 500	3 818,75
сумма				15 350,75
4. N ₂₁₅ P ₆₀ K ₁₀₀	По технологической карте			22 870

Затраты на внесение микроудобрения Микрополидок Плюс с нормой 0,5 л/га составили 171 руб./га.

Стоимость полученного урожая льна масличного на различных вариантах вычисляли по цене 37 тыс. руб. за 1 т семян.

Показатели экономической эффективности выращивания масличной культуры средние значения за все годы исследования – в таблице 41.

Таблица 41 – Экономическая эффективность в полевом опыте 1, среднее за 2021-2023гг.

Планируемая урожайность	Обработка Микрополидок Плюс		Среднее по фактору А	± по фактору А
	-	+		
1,5 т/га	<u>29122,66*</u> 117,0	<u>32281,66</u> 128,8	<u>30702,16</u> 122,9	-
2,0 т/га	<u>38710,16</u> 133,5	<u>41869,16</u> 143,5	<u>40289,66</u> 138,5	<u>9587,5 (31,2%)</u> 15,6 п.п.(12,7%)
2,5 т/га	<u>45641,91</u> 131,7	<u>49540,91</u> 142,3	<u>47591,41</u> 137,0	<u>16889,25</u> (55,0%) 14,1 п.п.(11,5%)
3,0 т/га	<u>43302,66</u> 102,7	<u>46461,66</u> 109,7	<u>44882,16</u> 106,2	<u>14180,0 (46,2%)</u> -16,7 п.п. (-13,6%)
Среднее по фактору В	<u>39194,35</u> 121,2	<u>42538,35</u> 131,1	<u>40866,35</u> 126,2	
± по фактору В	-	<u>3344,0</u> (8,5%) 9,9 п.п.(8,2%)		

*в числителе – прибыль, руб./га; в знаменателе – уровень рентабельности, %

Максимально высокая эффективность выявлена в наиболее урожайном 2021 году. На лучшем варианте с планируемой урожайностью 2,5 т/га и применением препарата Микрополидок Плюс прибыль составила 58 050,91 руб./га и уровень рентабельности 166,7 %; без обработки Микрополидоком Плюс полученная прибыль 54 151,91 руб./га и уровень рентабельности 156,3 %.

Несколько ниже уровень рентабельности выявлен с планируемой урожайностью 2,0 т/га – 162,6 % с применением микроудобрения Микрополидок Плюс и 152,6 % без обработки.

Применение для обработки посевов льна масличного препарата Микрополидок Плюс по расчетной урожайности 1,5 т/га, 2,0 т/га и 2,5 т/га даёт прирост уровня рентабельности 10 %, по расчетной урожайности 3,0 т/га – 7 %.

Планируемого урожая 3,0 т/га на соответствующем варианте опыта не получено (фактически 2,58 т/га с обработкой препаратом Микрополидок Плюс и 2,49 т/га без неё), поэтому затраты на внесение высокой нормы минерального удобрения $N_{215}P_{60}K_{100}$ полностью не окупились, и уровень рентабельности упал до 125,5 % и 118,5 % соответственно, хотя прибыль с 1 га была в пределах 50 тыс. рублей.

Выявленные в 2021 году тенденции изменения показателей экономической эффективности подтвердились в 2022 году. На лучшем варианте с планируемой урожайностью 2,5 т/га в комплексе с препаратом Микрополидок Плюс прибыль составила 51 760,91 руб./га, уровень рентабельности 148,7 %; без препарата – 47 491,91 руб./га и 137,1 %. Второй по показателям экономической эффективности вариант с планируемой урожайностью 2,0 т/га очень незначительно уступал лучшему по уровню рентабельности: 1,4 п.п. (0,9 %) с применением препарата Микрополидок Плюс и 9,6 п.п. (2,6 %) без обработки. Вариант с планируемой урожайностью 3,0 т/га в 2022 году уступал лучшему около 30 % уровня рентабельности (в 2021 эта разница была около 40 %).

Применение препарата Микрополидок Плюс в посевах льна масличного на вариантах с различной планируемой урожайностью в 2022 году к большей разнице в показателях уровня рентабельности в сравнении с контролем (планируемая урожайность 1,5 т/га).

Так, при планируемой урожайности в 2,0 т/га Микрополидок Плюс давал увеличение уровня рентабельности на 13,8 п.п.; на варианте 2,5 т/га – на 11,6 п.п. и на варианте 3,0 т/га лишь на 6,2 п.п.

В наименее урожайном 2023 году при планируемой урожайности в 3,0 т/га показатель уровня рентабельности упал до 88,7 % в комплексе с Микрополидокком Плюс и 79,0 % без препарата.

Самый высокий уровень рентабельности здесь отмечен при планируемой урожайности в 2,0 т/га – 122,0 % и 113,1 % соответственно. Препарат Микрополидок Плюс воздействовал на изменение уровня рентабельности достаточно ровно: на всех вариантах с планируемой урожайностью льна масличного от 1,5 т/га до 3,0 т/га обработка посевов микроудобрением обеспечивала около 11 п.п. роста уровня рентабельности.

Ни на одном из изучаемых вариантов в 2023 году планируемая урожайность достигнута не была и, следовательно, большие затраты на внесение минеральных удобрений окупились в наименьшей степени.

По усреднённым данным за все годы исследования (таблица 16) лучшие показатели по уровню рентабельности получена при планируемой урожайности в 2,0 т/га: 143,5 % с обработкой посевов препаратом Микрополидок Плюс и 133,5 % без обработки.

Вариант с планируемой урожайностью 2,5 т/га несущественно уступал указанному выше: 1,2 п.п. (0,8 %) и 1,8 п.п. (1,3 %). Необходимо отметить, что на этом варианте полученная прибыль значительно превышала показатель варианта с планируемой урожайностью 2,0 т/га: на 7 671,75 руб./га (18,3 %) с препаратом Микрополидок Плюс и на 6 931,75 руб./га (16,6 %) без применяемого в опыте препарата.

Вместе с тем и сумма производственных затрат при расчетной урожайности в 2,5 т/га существенно превышала сумму затрат при расчетной урожайности в 2,0 т/га – на 5 648,25 руб./га (19,4 %), нивелируя рентабельность до различий в пределах ошибки исследования.

Таким образом, по результатам исследований в полевом опыте 1 при возделывании льна масличного можно констатировать практически равные показатели уровня рентабельности при расчетных показателях урожайности в 2,0 т/га и 2,5 т/га. Обработка посевов льна масличного микроудобрением Микрополидок Плюс на указанных вариантах увеличивает показатель уровня рентабельности в среднем на 10,0-10,6 %.

5.4. Экономическая эффективность результатов опыта по изучению предшественников, гербицидов и уровней минерального питания

Технология возделывания льна масличного в полевом опыте 2 была аналогичной технологии, применяемой в полевом опыте 1 (приложение 28), поэтому структуру производственных затрат и её анализ можно увидеть в разделе 3.4 в таблице 14.

При относительно равных производственных затратах и ценах на производимый продукт показатели экономической эффективности, анализируемые в нашем исследовании (прибыль и уровень рентабельности), выше на участках, обеспечивающих получение наибольшей урожайности.

Техногенные затраты в полевом опыте 2 были различны по вариантам. Производственные затраты на эксперимент в полевом опыте 2 представляли собой сумму затрат на различные нормы минерального удобрения и затрат на внесение баковых смесей гербицидов.

Нормы минерального удобрения, рассчитанные на различные уровни планируемой урожайности 1,5 т/га, 2,0 т/га, 2,5 т/га и 3,0 т/га соответствовали представленным в полевом опыте 1, поэтому расчёт суммы производственных затрат по этому фактору можно увидеть в таблице 33.

Расчёт производственных затрат на внесение различных баковых смесей гербицидов представлен в таблице 42.

Совокупные производственные затраты, стоимость произведённой продукции, прибыль и уровень рентабельности в среднем были представлены ранее в таблицах 39, 40. Тенденции и закономерности изменения значений экономической эффективности, выявленные в полевом опыте 1, подтвердились и в многофакторном опыте 2.

Максимальные значения экономической эффективности получены в 2021 году. Самая большая прибыль 69 642,27 руб. и самый высокий уровень рентабельности 188,6 % отмечены при применении технологии, включающей следующие элементы: возделывание льна масличного после озимой пшеницы с внесени-

ем нормы минерального удобрения $N_{175}P_{20}K_{65}$, рассчитанной на планируемую урожайность 2,5 т/га, а также обработка опытных агроценозов комплексом гербицидов Хакер, ВРГ + Гербитокс, ВРК в фазе «ёлочки» обрабатываемой культуры.

Таблица 42 – Производственные затраты на внесение гербицидов в полевом опыте 2 с использованием предшественников, гербицидов и расчетного уровня минерального питания

Вариант	Гербициды	Доза внесения на 1 га	Цена за единицу, руб.	Стоимость, руб./га
Хакер ВРГ + Магнум ВДГ	Хакер ВРГ	80 г	14,3	858,0
	Магнум ВДГ	8 г	23,2	116,0
	Внесение			686,84
	Сумма			1660,84
Хакер ВРГ + Гербитокс ВРК	Хакер ВРГ	80 г	14,3	858,0
	Гербитокс ВРК	0,8 л	906,0	724,80
	Внесение			686,84
	Сумма			2269,84

В 2022 году наибольший уровень рентабельности 130,5 % получен при том же, что и выше, сочетании факторов, а самая большая прибыль 50 653,02 руб. отмечена при внесении минерального удобрения с нормой $N_{215}P_{60}K_{100}$, рассчитанной на планируемую урожайность 3,0 т/га, на делянке с размещением после озимой пшеницы + обработки Хакер, ВРГ + Гербитокс, ВРК.

При невысокой урожайности семян льна масличного, характерной для 2023 года, дополнительные производственные затраты на эксперимент едва окупались стоимостью прибавки урожая, что подтверждается близкими значениями уровня рентабельности. При сочетании факторов: озимая пшеница в качестве предшественника для льна масличного и баковая смесь гербицидов Хакер, ВРГ + Гербитокс, ВРК, при планируемой урожайности в 1,5 т/га уровень рентабельности составил 145,2 %; урожайности в 2,0 т/га был несколько ниже – 144,9 %, урожайности в 2,5 т/га ещё ниже – 142,5%. Самый затратный вариант с планируемой уро-

жайностью 3,0 т/га существенно ступал остальным, показав лишь 120,6 % уровня рентабельности (таблица 43).

Таблица 43 – Экономическая эффективность выращивания льна при использовании факторов предшественника, доз удобрений на плановую урожайность и гербицидов, среднее 2021-2023гг.

Фактор А (предшественник)	Фактор В (плановая урожайность)	Фактор С (обработка гербицидами)			Среднее по А	Среднее по В
		без обработки	Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	Хакер ВРГ+ Герби-токсВРК		
Яровая пшеница	1,5 т/га	<u>15432,66</u> 62,0	<u>27830,82</u> 104,8	<u>32773,02</u> 120,6	<u>34184,10</u> 100,3	<u>28305,50</u> 107,2
	2,0 т/га	<u>19840,16</u> 68,4	<u>36309,32</u> 118,4	<u>40880,52</u> 130,7		<u>34631,96</u> 113,4
	2,5 т/га	<u>24551,91</u> 70,9	<u>43981,07</u> 121,1	<u>48922,27</u> 132,5		<u>41186,75</u> 113,8
	3,0 т/га	<u>24062,66</u> 57,1	<u>45341,82</u> 103,5	<u>50283,02</u> 113,2		<u>41869,17</u> 95,8
Озимая пшеница	1,5 т/га	<u>20612,66</u> 82,8	<u>33750,82</u> 127,1	<u>39433,02</u> 145,2	<u>38809,10</u> 114,8	
	2,0 т/га	<u>24280,16</u> 83,7	<u>41119,32</u> 134,1	<u>45320,52</u> 144,9		
	2,5 т/га	<u>28621,91</u> 82,6	<u>48421,07</u> 133,4	<u>52622,27</u> 142,5		
	3,0 т/га	<u>28132,66</u> 66,7	<u>49781,82</u> 113,6	<u>53613,02</u> 120,6		
Среднее по С		<u>23191,85</u> 71,8	<u>40817,01</u> 119,4	<u>45480,96</u> 130,0	<u>36496,6</u> 107,6	

*в числителе – прибыль, руб./га; в знаменателе – уровень рентабельности, %

При возделывании льна масличного в севообороте после озимой пшеницы в сравнении с предшествующей яровой пшеницей увеличивается в среднем по опыту на 4 625,0 руб./га (13,5 %), а уровень рентабельности возрастает на 14,5 п.п.

Наибольшая средняя прибыль 41 869,17 руб./га получена при внесении высокой нормы минерального удобрения N₂₁₅P₆₀K₁₀₀, рассчитанной на планируемую урожайность 3,0 т/га, однако, уровень рентабельности здесь составляет лишь 95,8 %, уступая другим вариантам с планируемой урожайностью 2,0 т/га и 2,5 т/га соответственно 17,6 п.п. и 18,0 п.п. Таким образом, вывод об экономической неце-

лесообразности применения высоких доз минерального удобрения и невозможности достижения урожайности 3,0 т/га льна сорта Уральский подтверждается.

Применение гербицидов в многофакторном полевом опыте 2 показывает очень высокие значения экономической эффективности. Применение баковой смеси Хакер, ВРГ + Магнум, ВДГ в среднем по опыту даёт прибыль 40 817,01 руб./га и 119,4 % уровня рентабельности, а баковая смесь Хакер, ВРГ + Гербитокс, ВРК ещё более увеличивает показатели: 45 480,96 руб./га и 130,0 %. В сравнении с вариантом без гербицидной обработки, прибыль на означенных выше вариантах возрастает на 76,0 % и 96,1 %, а уровень рентабельности – на 47,6 п.п. и 58,2 п.п. соответственно.

В заключение, по экономическим показателям оптимальным сочетанием факторов в полевом опыте 2 можно считать возделывание льна масличного после озимой пшеницы с внесением нормы минерального удобрения $N_{175}P_{20}K_{65}$, рассчитанной на планируемую урожайность 2,5 т/га, и обработкой гербицидов Хакер, ВРГ + Гербитокс, ВРК, где средняя по опыту прибыль составляет 52 622,27 руб./га и обеспечивается уровень рентабельности 142,5 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Максимальная урожайность в среднем по опыту получена на варианте с планируемой урожайностью 3,0 т/га – 2,36 т/га, превышение контроля 0,85 т/га или 56,3 %. На варианте с планируемой урожайностью 2,5 т/га прибавка меньше - 0,72 т/га (47,7 %). На вариантах второго порядка прибавка урожая льна масличного от обработки посевов микроудобрением Микрополидок Плюс составила 0,1 т/га (5,2 %).

2. Максимальная средняя по опыту урожайность 2,36 т/га семян льна выявлена при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{215}P_{60}K_{100}$ (на планируемый урожай 3,0 т/га) в сочетании с обработкой посевов препаратом Микрополидок Плюс с нормой 0,5 л/га. Оптимальной дозой минеральных удобрений следует считать $N_{175}P_{20}K_{65}$ (на планируемый урожай 2,5 т/га) в комплексе с обработкой посевов Микрополидок Плюс, где урожайность в среднем по опыту составила 2,23 т/га. На данном варианте величина фактической урожайности максимально приближается к планируемой, которая свидетельствует о более эффективном использовании затрачиваемых ресурсов.

3. По всем показателям структуры урожая льна масличного наиболее высокие показатели выявлены при применении нормы минеральных удобрений в дозе $N_{215}P_{60}K_{100}$, рассчитанной на планируемую урожайность 3,0 т/га в комплексе с обработкой посевов препаратом Микрополидок Плюс.

4. Максимальная за все годы исследования масличность 41,5 % в полевом опыте 1 получена на варианте с сочетанием факторов: внесение минерального удобрения с нормой $N_{135}K_{30}$, рассчитанной на получение планируемой урожайности 2,0 т/га и обработке посевов льна масличного микроудобрением Микрополидок Плюс с дозой 0,5 л/га.

5. В результате корреляционно-регрессионного анализа данных двухфакторного полевого опыта 1 с изучением уровня минерального питания на планируемую урожайность и агрохимиката Микрополидок Плюс доказаны прямые и сильные линейные взаимосвязи между урожайностью льна масличного и массой

1000 семян ($r = 0,994$); урожайностью и количеством культурных растений ($r = 0,995$); урожайностью и числом коробочек ($r = 0,989$). Доказаны множественные прямые и сильные взаимосвязи между урожайностью льна масличного, масличностью семян и массой 1000 семян ($R = 0,995$; $Y = 1,39Z - 0,021 X - 5,05$) и взаимосвязи между урожайностью льна масличного, количеством культурных растений и массой 1000 семян и числом коробочек на 1 растение ($R = 0,995$; $Y = 0,005X + 0,12Z - 2,26$).

6. Лучшим сочетанием изученных элементов технологии выращивания льна масличного являлось использование в качестве предшественника озимой пшеницы, внесение дозы $N_{215}P_{60}K_{100}$, рассчитанной на получение планируемой урожайности 3,0 т/га и обработки гербицидами Хакер, ВРГ, 80 г/га + Гербитокс, ВРК, 0,8 л/га в фазе «ёлочки». При этом обеспечивается максимальная средняя по опыту урожайность культуры 2,65 т/га.

7. Лучшими по уровню минерального питания являлись вариант с дозой удобрений $N_{175}P_{20}K_{65}$ на планируемый урожай 2,5 т/га, где была получена средняя по опыту фактическая урожайность 2,09 т/га и прибавка урожая 0,62 т/га (42,2 %) в сравнении с контролем, а также вариант с дозой $N_{215}P_{60}K_{100}$ на планируемую урожайность 3,0 т/га, давший в среднем по опыту 2,31 т/га и превысивший контроль на 0,84 т/га или 57,1 %.

8. Наибольшую эффективность в борьбе с сорняками показала баковая смесь гербицидов Хакер, ВРГ, 80 г/га + Гербитокс, ВРК, 0,8 л/га, обеспечившая получение средней по опыту урожайности семян льна масличного 2,17 т/га и прибавку урожая 0,66 т/га (43,7 %) по сравнению с необрабатываемым контрольным вариантом. Применение баковых смесей гербицидов устойчиво снижало количество сорняков в посевах льна масличного, вплоть до уборки.

9. Баковая смесь Хакер, ВРГ + Гербитокс, ВРК показала несколько большую эффективность в борьбе с сорняками (в среднем по опыту засорённость малолетними сорняками в сравнении с контролем снижалась на 34,9 шт./м² (40,0 %) и многолетними - на 2,6 шт./м² (38,8 %)). Баковая смесь Хакер, ВРГ + Магнум,

ВДГ снижала засорённость малолетними сорняками в среднем на 33,5 шт./м² (38,4 %) и многолетними сорняками на 2,4 шт./м² (35,8 %).

10. По экономическим показателям оптимальным сочетанием факторов в полевом опыте 2 можно считать возделывание льна масличного после озимой пшеницы с внесением нормы минерального удобрения N₁₇₅P₂₀K₆₅, рассчитанной на планируемую урожайность 2,5 т/га, и обработкой посевов баковой смесью гербицидов Хакер, ВРГ + Гербитокс, ВРК, где обеспечивается уровень рентабельности в 142,5 %.

11. Корреляционно-регрессионный анализ взаимосвязи между урожайностью льна масличного и засорённостью посевов малолетними и многолетними сорняками отдельно по каждому уровню питания свидетельствует о том, что на всех уровнях взаимосвязь является обратной и сильной. По малолетним сорнякам коэффициент линейной корреляции r_{yx} изменяется в пределах от – 0,959 до – 0,943 и коэффициент детерминации D_{yx} – от 88,9 % до 91,9 %, а по многолетним сорнякам коэффициент корреляции r_{yz} имеет пределы от – 0,974 до – 0,966 и коэффициент детерминации D_{yz} – от 92,7 % до 94,9 %. Коэффициенты множественной корреляции R и детерминации R^2 также определяли сильную взаимосвязь и имели пределы 0,974 – 0,988 и 94,9 – 97,6 % соответственно. Уравнения линейной и множественной регрессии с высокой степенью точности описывают зависимость урожайности от засорённости малолетними и многолетними сорняками и рекомендуются для прогнозирования и программирования урожая льна масличного.

12. По результатам анализа показателей энергетической эффективности в многофакторном полевом опыте 2, можно отметить лучшее сочетание факторов, предусматривающее размещение льна масличного в севообороте после озимой пшеницы, внесение норм минерального удобрения, рассчитанных на получение планируемого урожая льна масличного от 1,5 т/га до 2,5 т/га семян и обработку посевов баковой смесью гербицидов Хакер, ВРГ + Гербитокс, ВРК. В среднем за все годы исследования коэффициент энергетической эффективности при этих условиях лежит в максимальных пределах 2,56-2,79.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

На дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве Центральной части Нечерноземной зоны России с целью повышения продуктивности льна масличного рекомендуем следующее сочетание элементов технологии возделывания культуры:

- внесение оптимальной дозы минеральных удобрений $N_{175}P_{20}K_{65}$, рассчитанной на получение планируемой урожайности 2,5 т/га в комплексе с обработкой посевов микроудобрением Микрополидок Плюс в дозе 0,5 л/га в фазе «ёлочки» при высоте растений льна масличного 8-10 см;

- использование в севообороте озимой пшеницы в качестве предшественника для льна масличного, внесение минерального удобрения с нормой $N_{175}P_{20}K_{65}$, рассчитанной на получение планируемой урожайности 2,5 т/га, обработку посевов льна масличного в фазу «ёлочки» смесью гербицидов Хакер, ВРГ, 80 г/га + Гербитокс, ВРК, 0,8 л/га.

При таком сочетании обеспечивается оптимальное соответствие урожайности семян льна масличного с показателями экономической и биоэнергетической эффективности применяемой технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абушинова, Е.В. Влияние различных доз азотных удобрений на развитие и урожайность льна масличного в условиях Ленинградской области / Е.В. Абушинова. – Текст : непосредственный // Наука молодых – агропромышленному комплексу : материалы Международной научной конференции. – Москва : Изд-во РГАУ – МСХА, 2016. – С. 14–16.
2. Абушинова, Е.В. Влияние различных доз минеральных удобрений на рост и развитие льна масличного в условиях Северо-Западного федерального округа РФ / Е.В. Абушинова. – Текст : непосредственный // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1 (50). – С. 57–61.
3. Абушинова, Е.В. Рост и развитие льна масличного в условиях Ленинградской области / Е.В. Абушинова. – Текст : непосредственный // Наука и молодежь: новые идеи и решения : материалы X Международной научно-практической конференции. – Волгоград : Нива, 2016. – С. 343–347.
4. Авдеенко, А.П. Продуктивность льна масличного в южной зоне Ростовской области / А.П. Авдеенко, А.В. Парасоцкий. – Текст : электронный // Научно-методический электронный журнал «Концепт», 2017. – Т. 39. – С. 1601–1605. – URL : <http://e-koncept.ru/2017/970647.htm> (дата обращения: 15.01.2024).
5. Авдеенко, А.П. Продуктивность сортов *Linum usitatissimum* в зависимости от способа обработки почвы в условиях южной зоны Ростовской области / А.П. Авдеенко. – Текст : непосредственный // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 9 (40). – С. 95–97.
6. Авдеенко, А.П. Эффективность гербицидов при выращивании льна масличного в условиях южной зоны Ростовской области / А.П. Авдеенко, А.В. Парасоцкий. – Текст : электронный // Научно-практический журнал АгроЭкоИнфо. – 2019. – № 1. – URL : http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2019/1/st_141.doc. (дата обращения: 17.01.2024).

7. Айиссотоде, Й.З. Продуктивность сортов льна масличного в зависимости от нормы высева в условиях Ленинградской области : диссертация ... кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.01 / Айиссотоде Йемалин Задкиел. – Санкт-Петербург, 2017. – 123 с. – Текст : непосредственный.

8. Акатова, А.А. Влияние калия на накопление Cs-137 растениями льна из дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы / А.А. Акатова, К.И. Цивка, Д.М. Новохацкая. – Текст : непосредственный // Роль молодых учёных в решении актуальных задач АПК : материалы Международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2018. – С. 5–7.

9. Актуальные приемы адаптивной агротехники в условиях усиления засух в Иркутской области / Н.Н. Дмитриев, В.И. Солодун, Ф.С. Султанов [и др.] // Иркутск : Иркутский государственный аграрный университет, 2015. – 180 с. – Текст : непосредственный.

10. Алибеков, М.Б. Возможности и проблемы применения регуляторов роста, фунгицидов, гербицидов и их композиций в льноводстве / М.Б. Алибеков, О.А. Савоськина, Н.А. Кудрявцев [и др.]. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2019. – № 1 (26). – С. 36–42.

11. Алтухова, И.Н. Экспериментальное обоснование режимов работы при конвективно-инфракрасной сушке тресты / И.Н. Алтухова, Д.М. Шевалдин, А.В. Безбабченко. – Текст : непосредственный // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 3 (47). – С. 6–11.

12. Алырчиков, Ф.В. Возделывание льна в Центральном федеральном округе РФ при рациональном применении регуляторов роста, фунгицидов, гербицидов и их композиций / Ф.В. Алырчиков, М.Б. Алибеков, Н.А. Кудрявцев, Л.А. Зайцева. – Текст : непосредственный // Агрехимический вестник. – 2018. – № 5. – С. 69–73.

13. Анализ состояния и перспективы развития селекции и семеноводства масличных культур : научный аналитический обзор. – Москва : Росинформагротех, 2019. – 96 с. – Текст : непосредственный.

14. Андроник, Е.Л. Районированные и перспективные белорусские сорта льна масличного / Е.Л. Андроник, А.Н. Снопов, Е.В. Иванова. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2018. – № 3 (175). – С. 161–164.

15. Арефьев, А.Н. Теоретическое обоснование и разработка приемов повышения плодородия почвы и продуктивности сельскохозяйственных культур в лесостепи Поволжья : автореферат диссертации ... кандидата сельскохозяйственных наук : 06.01.01 / Арефьев Александр Николаевич. – Пенза, 2017. – 42 с. – Текст : непосредственный.

16. Базанов, Т.А. Формирование системы генетической паспортизации масличного льна / Т.А. Базанов, И.В. Ущатовский, Н.Н. Логинова [и др.]. – Текст : непосредственный // Аграрная наука. – 2020. – № 7–8. – С. 80–83.

17. Барашкова, Е.Н. Эффективность применения микроудобрений при возделывании льна масличного на дерново-подзолистой супесчаной почве / Е.Н. Барашкова. – Текст : непосредственный // Плодородие почв и эффективное применение удобрений : материалы Международной научно-практической конференции, посв. 80-летию основания института, Минск, 5–8 июля 2011 г. – Минск : Институт почвоведения и агрохимии, 2011. – С. 192–193.

18. Белокурова, Ю.А. Особенности биохимических показателей злаковых, масличных культур и продуктов их переработки / Ю.А. Белокурова, М.Л. Золотавина. – Текст : непосредственный // Новые импульсы развития: вопросы научных исследований. – 2021. – № 3. – С. 7–14.

19. Буга, С.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология с основами микологии / С. Ф. Буга, Н.А. Крупенько. – Минск : Колорград, 2022. – 284 с. – Текст : непосредственный.

20. Бушнев, А.С. Защита льна масличного от сорной растительности / А.С. Бушнев, Г.И. Орехов, С.П. Подлесный [и др.]. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2020. – № 4 (184). – С. 38–44.

21. Васильев, А.С. Влияние норм высева и биопрепаратов на продуктивность льна масличного в северной части Центрального Нечерноземья / А.С. Ва-

сильев, А. В. Диченский. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2018. – № 3. – С. 38–43.

22. Васин, В.Г. Влияние гидротермических условий вегетационного периода на продуктивность льна масличного / В.Г. Васин, А.Б. Абуова, С.А. Тулькубаева [и др.]. – Текст : непосредственный // Сельское хозяйство и продовольственная безопасность: технологии, инновации, рынки, кадры : материалы Международной научно-практической конференции, посв. 100-летию аграрной науки, образования и просвещения в Среднем Поволжье. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2019. – С. 54–59.

23. Витковская, С.Е. Изменение строения профиля и агрохимических параметров дерново-подзолистой почвы при окультуривании / С.Е. Витковская, А.И. Иванов, П.А. Филиппов. – Текст : непосредственный // Агрохимия. – 2014. – № 7. – С. 9–16.

24. Влияние способа сельскохозяйственной обработки на микробиологические характеристики дерново-подзолистой почвы / А.Д. Железова, Д.И. Пассова, Д.А. Никитин [и др.]. – Текст : непосредственный // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. – 2019. – Т. 99. – С. 117–144.

25. Володина, Т.И. Влияние различных систем удобрения на гумусовое состояние дерново-подзолистых почв Псковской области / Т.И. Володина, О.В. Чухина, А.И. Демидова. – Текст : непосредственный // Агрохимический вестник. – 2020. – № 3. – С. 19–24.

26. Габибов, М. А. Агрочвоведение / М. А. Габибов, Д. В. Виноградов, Н. В. Бышов. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2018. – 326 с. – Текст : непосредственный.

27. Габибов, М. А. Растениеводство : учебник / М.А. Габибов, Д.В. Виноградов, Н.В. Бышов. – Рязань : ИП Жуков В.Ю., 2019. – 302 с. – Текст : непосредственный.

28. Галиев, Р.Р. Химический состав семян сортов льна масличного при применении гербицида и разных приемах зяблевой обработки почвы / Р.Р. Галиев, В.Н. Гореева, Е.В. Корепанова. – Текст : непосредственный // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки : материалы Нацио-

нальной научно-практической конференции молодых ученых. – Ижевск : Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 62–65.

29. Ганущенко, О.Ф. Льносемя, продукты его переработки и их практическая ценность / О. Ф. Ганущенко. – Текст : непосредственный // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. – № 10. – С. 18–24.

30. Гиесов, М.А. Эффективность ландшафтно-адаптированных технологий выращивания льна масличного межеумка / М.А. Гиесов, Н.В. Надежина. – Текст : непосредственный // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2019. – № 3 (59). – С. 90–100.

31. Голуб, И.А. Возделывание льна масличного в Республике Беларусь / И.А. Голуб, Н.В. Степанова, Д.П. Чирик. – Текст : непосредственный // Земляробства і ахова раслін. – 2017. – № 4. – С. 35–38.

32. Гореева, В.Н. Влияние гербицида Зеро и приемов зяблевой обработки почвы на урожайность и формирование фотосинтетического аппарата сортов льна масличного / В.Н. Гореева, Р.Р. Галиев, Е.В. Корепанова [и др.]. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 3 (194). – С. 2–12.

33. Гореева, В.Н. Продуктивность и фотосинтетическая деятельность льна масличного ВНИИМК 620 при разных способах посева и нормах высева / В.Н. Гореева, И.Ш. Фатыхов, Е.В. Корепанова [и др.]. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 1. – С. 40–43.

34. ГОСТ 10857-64. Семена масличные. Метод определения масличности : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Государственным комитетом стандартов, мер и измерительных приборов СССР 22 апреля 1964 года № 94-ст : введен впервые : дата введения 1964-07-01 / подготовлен Всероссийским научно-исследовательским институтом зерна и продуктов его переработки, Госстандартом России. – Москва : Стандартинформ, 2010. – V. – 3 с. – Текст : непосредственный.

35. ГОСТ 12037-81 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян. – Москва : Стандартинформ, 1997. – 26 с. – Текст : непосредственный.

36. ГОСТ 12041-82 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения влажности. – Москва : Стандартинформ, 1993. – 7 с. – Текст : непосредственный.

37. ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян. – Москва : Стандартинформ, 1981. – 3 с. – Текст : непосредственный.

38. ГОСТ 26107-84 Почвы. Определения общего азота. Дата введения 01.01.85. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023433> (дата обращения : 24.02.22). – Текст : электронный.

39. ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества. Дата введения 01.07.93. – URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/f09/4294828267.pdf> (дата обращения 23.02.23). – Текст : электронный.

40. ГОСТ 26483-85 Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. Дата введения 26.03.85. – URL : <https://docs.cntd.ru/document/1200023490> (дата обращения: 09.03.23). – Текст : электронный.

41. ГОСТ 30418-96 Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава // Техэксперт. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200023035> (дата обращения: 20.02.2024) – Текст : электронный.

42. ГОСТ 32749-2014 Семена масличные, жмыхи и шроты. Определение влаги, жира, протеина и клетчатки методом спектроскопии в ближней инфракрасной области. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 8 с. – Текст : непосредственный.

43. ГОСТ Р 54650-2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. Дата введения 01.01.13. – URL : <https://docs.cntd.ru/document/1200094361> (дата обращения: 24.02.22). – Текст : электронный.

44. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации. – URL : <https://www.agroxxi.ru/goshandbook> (дата обращения: 12.07.2020). – Текст : электронный.

45. Динамика сегетальной флоры юга Нечерноземной зоны РФ при изменении уровня антропогенного воздействия / А.Н. Никольский, В.Д. Бочкарев, Д.В.

Бочкарев [и др.]. – Текст : непосредственный // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2023. – № 2. – С. 79–88.

46. Дмитриев, Н.Н. Биоэнергетическая эффективность севооборотов, удобрений и известкования в условиях Предбайкалья / Н.Н. Дмитриев. – Текст : непосредственный // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 77. – С. 26–34.

47. Дорожко, Г.Г. Эффективность применения гербицидов и их баковых смесей в посевах льна масличного / Г.Р. Дорожко, О.Г. Шабалдас, А.А. Сентябрьев. – Текст : непосредственный // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 4. – С. 64–67.

48. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – Москва : Альянс, 2014. – 352 с. – Текст : непосредственный.

49. Дьяков, А.Б. Физиология и экология льна / А.Б. Дьяков. – Краснодар, 2006. – 214 с. – Текст : непосредственный.

50. Егорова, Н.С. Агроэкологическое использование пестицидов и удобрений в посевах льна масличного / Н.С. Егорова, Н.В. Бышов. – Текст : непосредственный // Здоровая окружающая среда – основа безопасности регионов : сборник трудов I Международного экологического форума в г. Рязани. – Рязань : РГАТУ, 2017. – Т. 1. – С. 204–207.

51. Егорова, Н.С. К проблеме засорённости посевов льна масличного / Н.С. Егорова, А.А. Кунцевич. – Текст : непосредственный // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК : материалы Международной научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2017. – Ч. 1. – С. 150–153.

52. Егорова, Н.С. Продуктивность льна масличного сорта ВНИИМК-620 при использовании гербицидных и органоминеральных обработок / Н.С. Егорова. – Текст : непосредственный // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : материалы Международной научно-практической конферен-

ции. – Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. – С. 42–44.

53. Егорова, Н.С. Продуктивность льна масличного сортов ВНИИМК-620 и Санлин в зависимости от норм высева / Н.С. Егорова, Д.В. Виноградов. – Текст : непосредственный // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : материалы X Международной научно-практической конференции. – Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 84–87.

54. Ефименко, С.Г. Экспресс-оценка содержания масла и влаги в семенах масличного льна с помощью ИК-спектromетрии / С.Г. Ефименко, С.К. Ефименко. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2020. – № 3 (183). – С. 63–70.

55. Жарких, О.А. Применение новых хелатных препаратов на льне масличном / О.А. Жарких, И.И. Дмитревская, С.Л. Белопухов. – Текст : непосредственный // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 4. – С. 30–40.

56. Жарких, О.А. Применение хелатных комплексов при выращивании льна-долгунца / О.А. Жарких. – Текст : непосредственный // Инновационные тенденции развития российской науки : материалы XIV Международной научно-практической конференции молодых ученых. – Красноярск, 2021. – С. 79–81.

57. Жарких, О.А. Хелат-препараты и их влияние на урожайность и качество продукции льна масличного / О.А. Жарких, И.И. Дмитревская. – Текст : непосредственный // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России : материалы Международной научно-практической конференции. – Чебоксары : Чувашский государственный аграрный университет, 2021. – С. 49–50.

58. Железова, С.В. Прямой посев и вспашка: десятилетний комплексный мониторинг агрофитоценозов в Центре точного земледелия РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева / С.В. Железова. – Текст : непосредственный // Сборник научных трудов ГНБС. – Т. 148. – Ялта : НБС-ННЦ, 2019. – С. 60–67.

59. Зайцева, Л.А. Проблемы и возможности применения регуляторов роста, фунгицидов, гербицидов и их композиций при возделывании льна / Л.А. Зайцева, Н.А. Кудрявцев, О.А. Савоськина [и др.]. – Текст : непосредственный // Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы : сборник научных трудов. – Тверь, 2018. – С. 214–220.

60. Закшевский, В.Г. Развитие коноплеводства и льноводства в России: тенденции, проблемы, перспективы / В.Г. Закшевский, В.М. Новиков, Н.Ю. Полунина. – Текст : непосредственный // Технические культуры. – 2023. – № 2 (3). – С. 64–72.

61. Захарова, Л.М. Как добиться высокой эффективности химпрополки посевов льна / Л.М. Захарова. – Текст : непосредственный // Защита и карантин растений. – 2016. – № 3. – С. 23–24.

62. Захарова, Л.М. Смеси гербицидов и биологически активных препаратов для защиты льна масличного / Л.М. Захарова. – Текст : непосредственный // Защита и карантин растений. – 2016. – № 6. – С. 29–31.

63. Зеленцов, С.В. История культуры льна в мире и России / С.В. Зеленцов. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2017. – № 1 (169). – С. 93–103.

64. Иванов, А.И. Плодородие дерново-подзолистых почв и эффективность систем удобрения / А.И. Иванов, П.А. Филиппов. – Текст : непосредственный // Развитие земледелия в Нечерноземье: проблемы и решения. – Санкт-Петербург : АФИ, 2016. – С. 12–15.

65. Иванов, А.И. Роль органических и минеральных удобрений в воспроизводстве агрофизических и агрохимических свойств почвы / А.И. Иванов, Е.А. Оленченко, Е.В. Воропаева, П.А. Филиппов. – Текст : непосредственный // Тенденции развития агрофизики в условиях изменяющегося климата. – Санкт-Петербург : Любавич, 2012. – С. 289–293.

66. Иванова, А.В. Влияние минеральных удобрений на баланс серы в севооборотах с различными видами паров / С.И. Новоселов, А.В. Иванова, Н.И. Толмачев [и др.]. – Текст : непосредственный // Агрохимия. – 2016. – № 6. – С. 16–19.

67. Кабунина, И.В. К обзору рынка семян льна масличного в России / И.В. Кабунина. – Текст : непосредственный // Технические культуры. – 2022. – № 3. – С. 14–21.

68. Касьянова, М.А. Фенология и вредоносность совки-гаммы в агроценозах пропашных культур в Краснодарском крае / М.А. Касьянова, Т.В. Анцупова, А.Ю. Шевченко. – Текст : непосредственный // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : материалы X Всероссийской конференции молодых ученых, посв. 120-летию И.С. Косенко. – Краснодар, 2017. – С. 340–341.

69. Кищенко, Л.А. Изучение биологической эффективности гербицидов в баковых смесях в условиях Приангарья / Л.А. Кищенко. – Текст : непосредственный // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. – 2008. – № 32. – С. 11–17.

70. Козлов, С.Н. Формирование густоты стеблестоя льна-долгунца в зависимости от приемов защиты посевов от льяных блошек / С.Н. Козлов, П.А. Саскевич. – Текст : непосредственный // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК : материалы V Международной научной конференции, Брянск, 17–21 марта 2008 г. – Брянск : Брянская государственная сельскохозяйственная академия, 2008. – С. 54–58.

71. Козлов, С.Н. Экономическая эффективность включения системных инсектицидов в инкрустирующий состав и применения регуляторов роста при возделывании льна-долгунца / С.Н. Козлов, П.А. Саскевич, В.Р. Кажарский. – Текст : непосредственный // Проблемы защиты растений и пути их решения : сборник научных статей. – Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2006. – С. 19–24.

72. Колотов, А.П. Оценка продуктивности сортов масличного льна в условиях Свердловской области / А.П. Колотов, Н.А. Кипрушкина. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2022. – № 1 (189). – С. 54–61.

73. Колотов, А.П. Сорт масличного льна Уральский желтый / А.П. Колотов. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2023. – № 2 (194). – С. 118–120.

74. Корепанова, Е.В. Реакция сортов льна масличного ВНИИМК 620 и Северный на приемы зяблевой обработки почвы в Среднем Предуралье / Е.В. Корепанова, Р.Р. Галиев, В.Н. Гореева. – Текст : непосредственный // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14, № 1 (52). – С. 27–33.

75. Косых, Л.А. Лен масличный – культура пищевого использования / Л.А. Косых. – Текст : непосредственный // Аграрная наука. – 2021. – Т. 353, № 10. – С. 56–59.

76. Кривошлыков, К.М. Методические рекомендации по оценке экономической эффективности производства масличных культур в производственных посевах и полевых опытах / К.М. Кривошлыков. – Текст : непосредственный. – Краснодар : ВНИИМК, 2017. – 20 с.

77. Кудрявцев, Н.А. Агроэкологический подход к возделыванию льна при рациональном применении пестицидов / Н.А. Кудрявцев, Л.А. Зайцева, М.Б. Алибеков [и др.]. – Текст : непосредственный // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности : материалы Международной экологической конференции. – Тверь, 2018. – С. 480–482.

78. Кудрявцев, Н.А. Новые защитно-стимулирующие препараты и композиции для производства льна / Н.А. Кудрявцев, Л.А. Зайцева, Д.Н. Голубков [и др.]. – Текст : непосредственный // Материалы Международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЛ. – Тверь, 2017. – С. 120–125.

79. Кудрявцев, Н.А. Теоретические и практические инновации в учётах и прогнозах болезней, вредителей и сорняков льна, в испытании против них нового высокомолекулярного препарата, способствующего фитосанитарной стабилизации льноводства / Н.А. Кудрявцев, Л.А. Зайцева, Л.М. Захарова [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 72. – С. 215–220.

80. Куземкин, И.А. Скрининг образцов коллекции масличного льна по урожайности и их адаптивность в условиях Северо-Запада России / И.А. Куземкин, Т.А. Рожмина. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36, № 8. – С. 30–36.

81. Кузин, Е.Н. Изменение плодородия почв : монография / Е.Н. Кузин, А.Н. Арефьев, Е.Е. Кузина. – Пенза : РИО Пензенской государственной сельскохозяйственной академии, 2013. – 266 с. – Текст : непосредственный.

82. Кунцевич, А.А. Использование гербицидов в посевах льна масличного / А.А. Кунцевич, Н.С. Егорова. – Текст : непосредственный // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК : материалы Международной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2017. – Ч. 1. – С. 224–230.

83. Кунцевич, А.А. Оценка сорта Санлин льна масличного в условиях Тульской и Рязанской области / Д.В. Виноградов, А.А. Поляков, Н.С. Егорова, А.А. Кунцевич. – Текст : непосредственный // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – № 3. – С. 5–9.

84. Кунцевич, А.А. Продуктивность льна масличного при использовании различных гербицидных обработок / А.А. Кунцевич. – Текст : непосредственный // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 3. – С. 90–92.

85. Купцевич, Н.А. Сортовые особенности формирования урожайности семян льна и её структуры при различных сроках посева / Н.А. Купцевич, И.Н. Порсев, И.А. Субботин, В.А. Исаенко. – Текст : непосредственный // Инновационные технологии в полевом и декоративном растениеводстве : материалы II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Курган : Изд-во Курганской государственной сельскохозяйственной академии, 2018. – С. 87–90.

86. Курилова, Д.А. Влияние погодных условий на распространённость фузариозного увядания сортов масличного льна / Д.А. Курилова. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2019. – № 4 (180). – С. 124–127.

87. Курилова, Д.А. Защита посевов масличного льна от фузариоза в условиях центральной зоны Краснодарского края / Д.А. Курилова, С.А. Семеренко. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2018. – № 4 (176). – С. 167–171.

88. Кшникаткина, А.Н. Регуляторы роста и микроудобрения – факторы повышения продуктивности льна масличного / А.Н. Кшникаткина, Е.Ю. Журавлёв. – Текст : непосредственный // Нива Поволжья. – 2018. – № 4 (49). – С. 7–71.
89. Левин, Н.Л. Вредители и болезни льна-долгунца / Н.Л. Левин, Н.Ф. Левакин, Г.Г. Попова. – Москва : Колос, 1968. – 209 с. – Текст : непосредственный.
90. Лекарственное растительное сырье. Фармакогнозия / под ред. Г.П. Яковлева. – Санкт-Петербург, 2004. – 665 с. – Текст : непосредственный.
91. Леонова, И.Н. Молекулярные маркеры: использование в селекции зерновых культур для идентификации, интрогрессии и пирамидирования генов / И.Н. Леонова. – Текст : непосредственный // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – Т. 17, № 2. – С. 314–323.
92. Лукомец, В.М. Методика агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами / В.М. Лукомец, Н.М. Тишков, С.А. Семеренко. – Краснодар : Просвещение-Юг, 2022. – 538 с. – Текст : непосредственный.
93. Лупова, Е.И. Производство масличных культур в Нечерноземной зоне России : учебное пособие / Д.В. Виноградов, А.С. Ступин, Е.И. Лупова. – Рязань : ИП Жуков В.Ю., 2020. – 156 с. – Текст : непосредственный.
94. Малявко, Г.П. Учебно-методическое пособие по курсу «Энергетическая оценка агротехнологий для студентов агроэкологического института» / Г.П. Малявко. – Брянск : Изд-во Брянской государственной сельскохозяйственной академии, 2012. – 48 с. – Текст : непосредственный.
95. Мамсиров, Н.И. Оптимизация системы обработки почв как фактор повышения их плодородия и продуктивности пропашных культур : монография / Н.И. Мамсиров. – Майкоп : ИП «Магарин О.Г., 2015. – 287 с. – Текст : непосредственный.
96. Маслинская, М.Е. Изучение эффективности использования сидеральных культур при возделывании льна масличного / М.Е. Маслинская, Л.Ф. Кабашникова, Н.С. Савельев [и др.]. – Текст : непосредственный // Технические культуры. – 2022. – № 1 (2). – С. 10–20.

97. Медведев, Г.А. Продуктивность сортов льна масличного на черноземных почвах Волгоградской области / Г.А. Медведев, Д.Е. Михальков, А.А. Голев. – Текст : непосредственный // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 2 (34). – С. 47–50.

98. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений : методический материал. – Москва : Колос, 1996. – 34 с. – Текст : непосредственный.

99. Методика проведения агротехнических исследований в опытах с масличными культурами (Сообщение 4. Исследования в опытах с масличным льном) / В.М. Лукомец, Н.М. Тишков, М.В. Трунова [и др.]. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2023. – № 4 (196). – С. 14–24.

100. Методика проведения агротехнических исследований в опытах с масличными культурами (Сообщение 1. Исследования в опытах с соей) / В.М. Лукомец, Н.М. Тишков, М.В. Трунова [и др.]. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2023. – Вып. 1 (193). – С. 33–52.

101. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / под общ. ред. В.М. Лукомца. – 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар, 2010. – С. 254–261. – Текст : непосредственный.

102. Методические указания по определению биохимических показателей качества масла и семян масличных культур. – Краснодар : ВАСХНИЛ, ВНИИ масличных культур, 1986. – 88 с. – Текст : непосредственный.

103. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под ред. В.И. Долженко. – Санкт-Петербург, 2009. – 380 с. – Текст : непосредственный.

104. Методы учета и пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур : справочник / РУП «Институт

защиты растений» ; под ред. А.А. Запрудского, Е.А. Якимович. – Минск : Колорград, 2022. – 60 с. – Текст : непосредственный.

105. Минеев, В.Г. Агрохимия : учебник / В.Г. Минеев, В.Г. Сычев, Г.П. Гамзиков [и др.] / под ред. В.Г. Минеева. – Москва : Изд-во ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, 2017. – 854 с. – Текст : непосредственный.

106. Миникаев, Р.В. Влияние системы обработки на агроэкологическое состояние серых лесных почв Предкамской зоны Республики Татарстан / Р.В. Миникаев, А.Р. Валиев, И.Г. Манюкова [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 1 (50). – С. 37–41.

107. Миникаев, Р.В. Изменение фитосанитарного состояния почвы и посевов при ресурсосберегающих технологиях / Р.В. Миникаев, Г.С. Сайфиева, И.Г. Манюкова, И.Р. Туктамышев. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства продукции сельского хозяйства : материалы Международной научно-практической конференции. – Казань : Казанский государственный аграрный университет, 2014. – С. 165–169.

108. Минкевич, И.А. Лен масличный / И.А. Минкевич. – Москва : Сельхозгиз, 1957. – 180 с. – Текст : непосредственный.

109. Нарзулов, Т.С. Формирование урожая льна в зависимости от сроков посева на богарных землях Гиссарской долины Таджикистана / Т.С. Нарзулов. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2019. – № 4 (180). – С. 94–96.

110. Наумкин, В.П. Адаптивное растениеводство / В.Н. Наумкин, А.С. Ступин, Н.А. Лопачев [и др.]. – Санкт-Петербург, 2018. – 356 с. – Текст : непосредственный.

111. Новикова, А.А. Перспективы использования современных сортов масличного льна в пищевой промышленности / А.А. Новикова. – Текст : непосредственный // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : материалы IV Международной научно-практической конференции. – Рязань : ИП Жуков В.Ю., 2020. – С. 302–305.

112. Новоселов, С.И. Баланс серы в севооборотах с различными видами паров / С.И. Новоселов, А.В. Иванова, Н.И. Толмачев, В.В. Ефремов. – Текст : непо-

средственный // Вестник Марийского государственного университета. Серия : Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2016. – Т. 1, № 5. – С. 39–43.

113. Новохацкая, Д.М. Рост и развитие льна-долгунца, используемого на волокно, в зависимости от климатических условий, сортовых особенностей, норм высева и применения биопрепаратов / Д.М. Новохацкая. – Текст : непосредственный // Наука молодых – агропромышленному комплексу : материалы Международной научно-практической конференции. – Москва : Изд-во РГАУ – МСХА, 2016. – С. 41–43.

114. Носевич, М.А. Влияние уровня минерального питания на урожайность, накопление и состав масла семян льна масличного в условиях Ленинградской области / М.А. Носевич, Е.В. Абушинова, В.И. Рошин [и др.]. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2017. – Вып. 2 (170). – С. 64–69.

115. Носевич, М.А. Особенности развития и урожайность льна масличного в зависимости от доз минеральных удобрений / М.А. Носевич, Е.В. Абушинова. – Текст : непосредственный // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 42. – С. 26–30.

116. Носевич, М.А. Продуктивность льна масличного в зависимости от доз азотных удобрений / М.А. Носевич, Е.В. Абушинова. – Текст : непосредственный // Развитие земледелия в Нечерноземье: проблемы и их решение : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург : Изд-во Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, 2016. – С. 143–147.

117. Носевич, М.А. Использование органоминерального удобрения Лигногумат в технологии возделывания льна масличного (*Linum usitatissimum* L.) / М.А. Носевич. – Текст : непосредственный // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 2 (71). – С. 20–31.

118. Носевич, М.А. Элементы структуры урожая и семенная продуктивность льна масличного сорта Уральский в условиях Ленинградской области / М.А. Носевич. – Текст : непосредственный // Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. – 2022. – № 4 (2). – С. 3–10.

119. Нургалиева, М.Б. Результаты по коллекционному питомнику льна масличного за период 2015–2017 гг. в ТОО «Костанайский НИИСХ» / М.Б. Нургалиева, Б.И. Тыныспаева, С.А. Тулькубаева. – Текст : непосредственный // «Байтурсиновские чтения – 2018» : материалы Международной научно-практической конференции. – Костанай : Костанайский государственный университет им. А. Байтурсинова, 2018. – С. 122–126.

120. Оценка сорного компонента посевов льна масличного как основа фитосанитарного проектирования / Д.В. Бочкарев, А.В. Столяров, А.Н. Никольский [и др.]. – Текст : непосредственный // Нива Поволжья. – 2023. – № 1 (65). – С. 1007.

121. Панкратова, А.А. Сравнительная оценка продуктивности различных звеньев севооборота с использованием льна-долгунца / А.А. Панкратова, И.А. Матаруева, А.Е. Родионова. – Текст : непосредственный // Кадровый потенциал и ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе : материалы научно-практической конференции. – Тверь : Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 2007. – С. 25–27.

122. Першаков, А.Ю. Элементы технологии возделывания льна масличного в северном Зауралье / А.Ю. Першаков, Р.И. Белкина, В.С. Рамазанова. – Текст : непосредственный // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2020. – № 2 (59). – С. 29–35.

123. Пивень, В.Т. Снижение вредоносности основных вредителей и болезней льна масличного в условиях центральной зоны Краснодарского края / В.Т. Пивень, С.А. Семеренко, О.А. Сердюк. – Текст : непосредственный // АГРО XXI. – 2011. – № 4/6. – С. 25–27.

124. Пикушова, Э.А. Определитель вредителей сельскохозяйственных культур по повреждениям растений для юга России : учебное пособие / Э.А. Пикушова, Т.Е. Анцупова, А.М. Девяткин. – Краснодар, 2012. – 130 с. – Текст : непосредственный.

125. Пищевая химия / под ред. А.П. Нечаева. – Санкт-Петербург : Гиорд, 2007. – С. 216–220. – Текст : непосредственный.

126. Платонов, И.Г. Влияние известкования на формирование агрофитоценозов и урожайность полевых культур / И.Г. Платонов, В.К. Сумо. – Текст : непосредственный // Доклады ТСХА. – 2008. – С. 8–12.

127. Платонов, И.Г. Воспроизводство агрохимических показателей плодородия дерново-подзолистой почвы и продуктивность агроценозов после 60-летнего применения неполного удобрения / И.Г. Платонов, А.Ф. Сафонов, В.Х. Сумо. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 4. – С. 8–11.

128. Поморова, Ю.Ю. Характеристика и методы выделения белковой фракции семян масличных культур (обзор) / Ю.Ю. Поморова, В.В. Пятовский, Д.В. Бескорвайный [и др.]. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2019. – № 4 (180). – С. 161–169.

129. Поморова, Ю.Ю. Химико-биологические свойства и потенциальная ценность семян масличного льна / Ю.Ю. Поморова, С.К. Овсепян, Ю.М. Серова. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2023. – № 1 (193). – С. 73–84.

130. Порсев, И.Н. Влияние минеральных удобрений на развитие фузариоза и урожайность льна в условиях центральной зоны Курганской области / И.Н. Порсев, Е.Ю. Торопова, Н.А. Купцевич [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Курганской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 1 (21). – С. 47–53.

131. Порсев, И.Н. Защита льна-долгунца от сорной растительности современными гербицидами в северо-западной зоне Курганской области / И.Н. Порсев, Н.А. Купцевич, А.А. Зайцев [и др.]. – Текст : непосредственный // Инновационные технологии в полевом и декоративном растениеводстве : материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Курган : Изд-во Курганской государственной сельскохозяйственной академии, 2017. – С. 92–97.

132. Порсев, И.Н. Ограничение развития фузариоза льна под влиянием минеральных удобрений в Зауралье / И.Н. Порсев, Н.А. Купцевич, В.А. Задворнев. – Текст : непосредственный // Агротехнический метод защиты растений от вредных

организмов : материалы VII Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2015. – С. 219–222.

133. Порсев, И.Н. Роль минеральных удобрений в повышении урожайности льна масличного в центральной зоне Курганской области / И.Н. Порсев, Н.А. Купцевич, В.В. Половникова [и др.]. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы использования земельных ресурсов : материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Курган : Изд-во Курганской государственной сельскохозяйственной академии, 2017. – С. 37–41.

134. Практикум по земледелию / А.С. Мастеров, Д.В. Виноградов, М.В. Потапенко [и др.]. – Рязань : РГАТУ, 2018. – 256 с. – Текст : непосредственный.

135. Практикум по растениеводству / Д.В. Виноградов, Н.В. Вавилова, Н.А. Дуктова, Е.И. Лупова. – Рязань : РГАТУ, 2018. – 320 с. – Текст : непосредственный.

136. Применение баковых смесей гербицидов с Альбитом на льне масличном / А.С. Бушнев, Г.И. Орехов, С.П. Подлесный [и др.]. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2019. – № 4 (180). – С. 133–142.

137. Проездов, П.Н. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия и агролесомелиорации : монография / П.Н. Проездов, А.В. Панфилов. – Саратов : Саратовский государственный аграрный университет, 2017. – 320 с. – Текст : непосредственный.

138. Пролётова, Н.В. Повышение устойчивости льна-долгунца к антракнозу (*Colletotrichum lini* Manns et Volley) методами *in vitro* / Н.В. Пролётова. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2018. – Вып. 3 (175). – С. 128–131.

139. Пролётова, Н.В. Создание *in vitro* новых, устойчивых к болезням сортов льна – один из способов повышения биоразнообразия культуры / Н.В. Пролётова, Л.П. Кудрявцева. – Текст : непосредственный // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира : материалы VII Международной научно-практической конференции, посв. 30-летию отдела биотехнологии растений Никитского ботанического сада. – Ялта ; Симферополь : ИТ «Ариал», 2016. – С. 50–51.

140. Пукалова, Е.Н. Эффективность применения микроудобрений при возделывании льна масличного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / Е.Н. Пукалова. – Текст : непосредственный // Почвоведение и агрохимия. – 2016. – № 2. – С. 99–106.

141. Рак, М.В. Влияние борных удобрений на урожайность и качество семян льна масличного в зависимости от обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы бором / М.В. Рак, Е.Н. Барашкова. – Текст : непосредственный // Почвоведение и агрохимия. – 2010. – № 1. – С. 213–219.

142. Результаты испытания сортов растений картофеля, овощных, плодово-ягодных, рапса озимого и ярового, сои, подсолнечника, льна-долгунца и льна масличного на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2014–2016 годы. – Ч. II. – Минск, 2017. – 171 с. – Текст : непосредственный.

143. Результаты селекции и жирнокислотный состав масла льна масличного / В.Н. Бражников, О.Р. Бражникова, Т.Я. Прахова [и др.]. – Текст : непосредственный // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2015. – № 6. – С. 23–27.

144. Рекомендации по возделыванию масличных культур в Омской области / под ред. И.А. Лошкомойникова. – Исилькуль : Сибирская опытная станция ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2019. – 122 с. – Текст : непосредственный.

145. Рябенко, Л.Г. Сорт масличного льна Бархан / Л.Г. Рябенко, В.С. Зеленцов, Л.Р. Овчарова [и др.]. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2022. – № 4 (192). – С. 104–106.

146. Савоськина, О.А. Определение агрофизических показателей дерново-подзолистой почвы длительного опыта при ее интенсивном сельскохозяйственном использовании / О.А. Савоськина, В.А. Шевцов. – Текст : непосредственный // Научный вклад молодых исследователей в сохранение и развитие АПК : материалы Международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург : Изд-во Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, 2015. – С. 23–25.

147. Саскевич, П.А. Динамика численности льняной блохи в посевах льна-долгунца в северо-восточной части Беларуси / П.А. Саскевич, С.Н. Козлов. –

Текст : непосредственный // Проблемы защиты растений и пути их решения : сборник научных статей. – Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2006. – С. 153–155.

148. Саскевич, П.А. Управление вредными организмами агроценозов льна-долгунца : монография / П.А. Саскевич, С.Н. Козлов. – Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2010. – 348 с. – Текст : непосредственный.

149. Саскевич, П.А. Эффективность инкрустирования семян льна-долгунца регуляторами роста Новосил и РастСтим / П.А. Саскевич, С.Н. Козлов, Е.И. Гурикова. – Текст : непосредственный // Проблемы сельского хозяйства : международный сборник научных трудов. – Калининград : Калининградский государственный технический университет, 2006. – С. 198–206.

150. Сельское хозяйство в России 2021 : статистический сборник / под ред. К.Э. Лайменко. – Москва : Росстат, 2021. – 100 с. – URL : https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/S-X_2022.pdf. – Текст : электронный.

151. Сельскохозяйственная энтомология / Т.Л. Карпова, А.Ю. Москвичев, О.Г. Гиченкова [и др.]. – Москва : Лань, 2024. – 104 с. – 2-е изд., стер. – Текст : непосредственный.

152. Семеренко, С.А. Видовой состав насекомых-вредителей льна масличного в различных зонах возделывания / С.А. Семеренко. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2019. – № 4 (180). – С. 152–160.

153. Семеренко, С.А. Защита растений льна масличного от фитофагов / С.А. Семеренко. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2019. – № 1 (177). – С. 99–103.

154. Сентябрьев, А. А. Лен масличный – культура больших возможностей / А. А. Сентябрьев. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2010. – № 8. – С. 27–28.

155. Системы обработки почв : учебное пособие / М.М. Крючков, А.С. Мастеров, Е.И. Лупова [и др.]. – Рязань : Book Jet, 2021. – 268 с. – Текст : непосредственный.

156. Скляр, С.В. Высокомасличная коллекция льна ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК / С.В. Скляр, Л.Г. Рябенко, В.С. Зеленцов, Л.Р. Овчарова. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2021. – № 2 (186). – С. 46–49.

157. Сорокина, О.Ю. Влияние бактериальных удобрений в сочетании с минеральными и органоминеральными на продуктивность льна-долгунца / О.Ю. Сорокина. – Текст : непосредственный // Плодородие. – 2023. – № 4. – С. 75–77.

158. Сорокина, О.Ю. Дозы бора и формы борных удобрений под лен-долгунец / О. Ю. Сорокина. – Текст : непосредственный // Плодородие. – 2022. – № 3 (126). – С. 26–29.

159. Сорокина, О.Ю. Минеральное питание льна масличного при использовании традиционных и новых органоминеральных удобрений / О.Ю. Сорокина. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2018. – № 3 (175). – С. 46–51.

160. Сорокина, О.Ю. Продуктивность льна-долгунца в зависимости от метеоусловий, удобрений и сорта / О.Ю. Сорокина. – Текст : непосредственный // Агрехимический вестник. – 2022. – № 3. – С. 23–27.

161. Сорокина, О.Ю. Рекомендации по применению удобрений при выращивании льна-долгунца с учетом плодородия почвы и сортовых особенностей культуры / О.Ю. Сорокина. – Тверь : Тверской государственный университет, 2015. – 10 с. – Текст : непосредственный.

162. Сорокина, О.Ю. Эффективность жидкого хелатного удобрения Форрис на посевах льна-долгунца в условиях центрального района Нечерноземной зоны / О.Ю. Сорокина, Н.Н. Кузьменко, В.И. Ильина. – Текст : непосредственный // Технические культуры. – 2022. – № 3 (5). – С. 22–27.

163. Сорт масличного льна Даник / Л.Г. Рябенко, В.С. Зеленцов, Л.Р. Овчарова [и др.]. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2015. – 4 (164). – С. 141–142.

164. Сорт масличного льна Ы 220 / Л.Г. Рябенко, В.С. Зеленцов, С.В. Зеленцов [и др.]. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2021. – 4 (188). – С. 99–102.

165. Состояние производства и пути повышения экономической эффективности возделывания льна масличного в условиях юга России / Ю.В. Мамырко, К.М. Кривошлыков, А.С. Бушнев [и др.]. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2018. – Вып. 3 (175). – С. 64–71.

166. Справочное пособие по льну-долгунцу / Н.Г. Абрамов [и др.]. – Москва : Сельхозгиз, 1955. – 190 с. – Текст : непосредственный.

167. Сравнительная оценка баковых смесей гербицидов при возделывании масличного льна на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья / А.С. Бушнев, С.П. Подлесный, Г.И. Орехов [и др.]. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2021. – № 2 (186). – С. 68–74.

168. Стародубцев, В.В. Особенности возделывания масличных культур в Тульской области / В.В. Стародубцев, Н.С. Егорова. – Текст : непосредственный // Научно-практические аспекты технологий возделывания и переработки масличных и эфиромасличных культур : материалы Международной научно-практической конференции. – Рязань : РГАТУ, 2016. – С. 252–255.

169. Степанова, Н.В. Эффективность применения композиционных составов гербицидов в посевах льна масличного / Н.В. Степанова, Д.П. Чирик, С.В. Любимов. – Текст : непосредственный // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3. – С. 106–113.

170. Степных, Н.В. Перспективы расширения производства масличных культур в Уральском регионе / Н.В. Степных, Е.В. Нестерова, А.М. Заргарян. – Текст : непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 5 (208). – С. 89–102.

171. Сухопалова, Т.П. Агротехнологические элементы возделывания льна масличного сорта Уральский / Т.П. Сухопалова. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2021. – № 6. – С. 33–36.

172. Сычев, В.Г. Влияние уровня минерального питания на величину и качество урожая льна масличного / В.Г. Сычев, В.П. Янишевский, О.Л. Янишевская. – Текст : непосредственный // Плодородие. – 2011. – № 6. – С. 11–14.

173. Ташмухамедов, М.Б. Продуктивность растений льна масличного в конкурсном сортоиспытании в Костанайском НИИСХ / М.Б. Ташмухамедов, Б.И. Тыныспаева, С.А. Тулькубаева [и др.]. – Текст : непосредственный // Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – Саратов : НИИСХ Юго-Востока, 2016. – С. 111–114.

174. Ташмухамедов, М.Б. Продуктивность сортов льна масличного коллекционного питомника / М.Б. Ташмухамедов, С.А. Тулькубаева, Б.Ж. Баимбаев. – Текст : непосредственный // «Байтурсиновские чтения-2016» : материалы Международной научно-практической конференции. – Костанай : Костанайский государственный университет им. А. Байтурсинова, 2016. – С. 57–63.

175. Технология хранения, переработки и стандартизация продукции растениеводства / Д.В. Виноградов, В.А. Рылко, Г.А. Жолик [и др.]. – Текст : непосредственный. – Рязань – Горки – Гродно : РГАТУ, 2016. – 210 с.

176. Токарева, Н.В. Вынос элементов питания сорной растительностью полевого севооборота при применении удобрений и гербицидов в Вологодской области / Н.В. Токарева, В.В. Суров, О.В. Чухина. – Текст : непосредственный // Агрохимия. – 2020. – № 7. – С. 76–82.

177. Толмачев, Н.И. эффективность сидеральных удобрений в севообороте / Н.И. Толмачев, М.Н. Иванов, А.В. Муржинова. – Текст : непосредственный // Студенческая наука и XXI век. – 2012. – № 9. – С. 55–58.

178. Ториков, В.Е. О повышении эффективности льноводства на Брянщине / В.Е. Ториков, Д.Н. Шакало, В.М. Шаков. – Текст : непосредственный // Ресурсосберегающие технологии и производство экологически безопасной продукции : материалы региональной научно-практической конференции. – Брянск, 2004. – С. 48–50.

179. Торопова, Е.Ю. Поражённость сортов льна фузариозом и элементы их продуктивности в центральной зоне Курганской области / Е.Ю. Торопова, Н.А. Купцевич, И.Н. Порсев [и др.]. – Текст : непосредственный // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов : материалы VI Междуна-

родной научно-практической конференции. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, 2015. – С. 287–290.

180. Третьяков, Н.Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений : учебное пособие / Н.Н. Третьяков, Е.И. Кошкин, Н.М. Маркушин. – Москва : Колос, 2000. – 640 с. – Текст : непосредственный.

181. Тулькибаева, С.А. Оптимизация приёмов возделывания масличных культур (лен масличный, яровой рапс, яровой рыжик) в условиях Северного Казахстана : автореферат диссертации ... доктора сельскохозяйственных наук : 4.1.1 / Тулькибаева Сания Абильтаевна. – Кинель, 2023. – 42 с. – Текст : непосредственный.

182. Тулькибаева, С.А. Продуктивность льна масличного в зависимости от применения регуляторов роста в Северном Казахстане / С.А. Тулькибаева, В.Г. Васин, Д.Б. Жамалова. – Текст : непосредственный // Нива Поволжья. – 2017. – № 3 (44). – С. 79–85.

183. Тулькибаева, С.А. Рекомендации по технологии возделывания льна, рапса и рыжика в Костанайской области / С.А. Тулькибаева, М.Б. Ташмухамедов, И.В. Сидорик. – Заречное : Костанайский НИИСХ, 2017. – 43 с. – Текст : непосредственный.

184. Ушаповский, И.В. Состояние и проблемы льна масличного в России / И.В. Ушаповский, Э.В. Новиков, Н.В. Басова [и др.]. – Текст : непосредственный // Инновационные разработки для производства и переработки лубяных культур : материалы Международной научно-практической конференции ВНИИМЛ. – Краснодар, 2017. – С. 63–69.

185. Филиппов, П.А. Трансформация пахотной дерново-подзолистой почвы в современных условиях. – Текст : непосредственный // Тенденции развития агрофизики: от актуальных проблем земледелия и растениеводства к технологиям будущего : материалы Международной научной конференции. – Санкт-Петербург : АФИ, 2021. – С. 156–160.

186. Филиппов, П.А. Эффективность средств управления продуктивностью культур и плодородием почв в полевом и овоще-кормовом севооборотах /

П.А. Филиппов. – Текст : непосредственный // Проблемы агрохимии и экологии. – 2020. – № 1. – С. 14–19.

187. Форпост масличной отрасли России: летопись к 100-летию Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур имени В.С. Пустовойта (1912–2012 гг.) / В.М. Лукомец, Н.И. Бочкарев, В.Ф. Баранов [и др.]. – Текст : непосредственный // Краснодар : ГНУ ВНИИМК РАСХН, 2012. – С. 172–178.

188. Цирульникова, Н.В. Современные хелатные препараты при возделывании льна – долгунца и льна масличного / Н.В. Цирульникова, Т.С. Фетисова, Т.С. Чайка [и др.]. – Текст : непосредственный // Агрохимический вестник. – 2022. – № 1. – С. 45–50.

189. Челюстникова, Т.А. Структура сорта масличного льна Ы 117 на основе полиморфных микросателлитных локусов / Т.А. Челюстникова, С.З. Гучетль. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2023. – № 2 (194). – С. 13–19.

190. Чухина, О.В. Баланс элементов питания в севообороте длительного агрохимического опыта / О.В. Чухина. – Текст : непосредственный // Стратегия и тактика реализации социально-экономических реформ: региональный аспект : материалы VIII Международной научно-практической конференции. – Вологда : Вологодский научный центр РАН, 2019. – С. 477–481.

191. Чухина, О.В. Влияние удобрений на продуктивность культур севооборота и вынос элементов питания в Вологодской области / О.В. Чухина, Р.А. Глазов, Д.Е. Смирнов [и др.]. – Текст : непосредственный // Плодородие. – 2019. – № 1 (106). – С. 22–25.

192. Шаков, В.М. Баковые смеси гербицидов на посевах льна-долгунца / В.М. Шаков, В.Е. Ториков. – Текст : непосредственный // Агрохимический вестник. – 2007. – № 1. – С. 20–21.

193. Шамурзаев, Р.И. Продуктивность и качество семян льна масличного в зависимости от условий выращивания / Р.И. Шамурзаев, И.М. Ханиева. – Текст : непосредственный // Доклады Адыгской (Черкесской) Международной академии наук. – 2009. – Т. 11, № 1. – С. 164–166.

194. Шеуджен, А.Х. Агрохимия. Часть 1 : История и методология агрохимии / А.Х. Шеуджен. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, 2011. – 1280 с. – Текст : непосредственный.

195. Шеуджен, А.Х. Диагностика минерального питания растений / А.Х. Шеуджен, А.В. Загорулько, Л.И. Громыко [и др.]. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, 2009. – 297 с. – Текст : непосредственный.

196. Щербаков, В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья : учебное пособие / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : КолосС, 2003. – 360 с. – Текст : непосредственный.

197. Экспериментальное обоснование режимов работы конвективно-инфракрасной сушки стеблевой массы масличного льна / И.Н. Алтухова, Э.В. Новиков [и др.]. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2020. – № 1 (181). – С. 88–93.

198. Эффективность применения баковых смесей гербицидов при возделывании масличного льна в условиях зон неустойчивого и недостаточного увлажнения Западного Предкавказья / А.С. Бушнев, Г.И. Орехов, С.П. Подлесный [и др.]. – Текст : непосредственный // Масличные культуры. – 2022. – № 3 (191). – С. 60–66.

199. Bergford, C. Comment on «30,000-Year-Old Wild Flax Fibers» / C. Bergford, S. Karg, A. Rast-Eicher [et al.]. – Text : direct // Science/ – 2010. – Vol. 328. – P. 1634.

200. Bourgeois, L. Influence of previous crop type on yield of spring wheat: analysis of commercial field data / L. Bourgeois, M.H. Entz. – Text : direct // Can. J. Plant Sci. – 1996. – № 76. – Pp. 457–459.

201. Chan Liu, A. Mining, characterization and application of transcriptome-based SSR markers in Chinese jiaotou / A. Chan Liu, Qing Tang, Chaohua Cheng [et al.]. – Text : direct // Plant Genetic Resources. – 2018. – Vol. 16, Iss. 4. – Pp. 306–314.

202. Chukhina, O.V. Productivity of crop rotation using fertilizers and herbicides in the Vologda oblast / O.V. Chukhina, N.V. Tokareva, A.I. Demidova [et al.]. – Text : direct // BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference «Agri-

culture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources» (FIES 2019). – Kazan, Russia, 2020. – P. 00183.

203. Duran, D. The pharmacological evaluation of flax seed oil / D. Duran // Journal of Current Medical Research and Opinion. – 2020. – Vol. 3, Iss. 5. – Pp. 459–464.

204. Gasi, F. Genetic assessment of the pomological classification of plum *Prunus domestica* L. accessions sampled across Europe / F. Gasi, J. Sehic, J. Grahic [et al.]. – Text : direct // Genetic Resources and Crop Evolution. – 2020. – Vol. 67. – Pp. 1137–1161.

205. Hall, L.M. Flax (*Linum usitatissimum* L.) / L.M. Hall, H. Booker, R.M. Siloto, [et al.]. – Text : direct // Industrial Oil Crops, First Edition. – 2016. – Vol. 6. – Pp. 157–194.

206. Herbig, Ch. Flax for oil or fibre? Morphometric analysis of flax seeds and new aspects of flax cultivation in Late Neolithic wetland settlements in southwest Germany / Ch. Herbig, U. Maier. – Text : direct // Vegetation History and Archaeobotany. – 2011. – Vol. 20, Iss. 6. – Pp. 527–533.

207. Impact of production practices on fiber yield of oilseed flax under Canadian prairie conditions / R.B. Irvine, J. McConnell, G.P. Lafond [et al.]. – Text : direct // Can. J. Plant Sci. – 2010. – № 90. – Pp. 61–70.

208. Influence of new phytohormones on oilseed flax growth, development, yielding capacity, and product quality / I.I. Dmitrevskayaa, M.V. Grigoryeva, S.L. Belopukhova, [et al.]. – Text : direct // Brazilian Journal of Biology. – 2022. – Vol. 82, e264870.

209. Jia, G. Optimal models in the yield analysis of new flax cultivars / G. Jia, H. M. Booker. – Text : direct // Canadian Journal of Plant Science. – 2018. – Vol. 98, № 4. – Pp. 897–907.

210. Karimmojeni, H. Influence of post emergence herbicides on weed management in springsown linseed / H. Karimmojeni, A. Pirbaloti, P. Kudsk, V. Kanani, A. Ghafari. – Text : direct // Agronomy. – 2013. – Vol. 105, Iss. 3. – Pp. 821–826.

211. Khakbazan, M. Influence of alternative management methods on the economics of flax production in the Black Soil Zone / M. Khakbazan, D.L. Mc Laren, M. Monreal [et al.]. – Text : direct // *Can. J. Plant Sci.* – 2009. – № 89. – Pp. 903–913.

212. Kurtenbach, M.E. Tolerance of flax (*Linum usitatissimum*) to fluthiacetmethyl, pyroxasulfone, and topramezone / M.E. Kurtenbach, E.N. Johnson, R.H. Gulden, [et al.]. – Text : direct // *Weed Technology.* – 2019. – Vol. 33, Iss. 3. – Pp. 509–517.

213. Kvavadze, E. 30,000-Year-Old Wild Flax Fibers / E. Kvavadze, O. Bar-Yosef, A. Belfer-Cohen [et al.]. – Text : direct // *Science.* – 2009. – Vol. 325 (5946). – P. 1359.

214. Linseed as a dual-purpose crop: evaluation of cultivar suitability and analysis of yield determinants / G. Fila, M. Bagatta, C. Maestrini, E. Potenza. – Text : direct // *The Journal of Agricultural Science.* – 2018. – Vol. 156, № 2. – Pp. 162–176.

215. Lligadas, G. Renewable polymeric materials from vegetable oils: a perspective / G. Lligadas, J. C. Ronda, M. Galià, V. Cádiz. – Text : direct // *Materials today.* – 2013. – Vol. 16, Iss. 9. – P. 337–343.

216. Lupova, E.I. Production of Oil Flax Seed in Non-Black Earth Zone of Russia / D.V. Vinogradov, E.I. Lupova, N.V. Byshov [et al.]. – Text : direct // *International Journal of Advanced Biotechnology and Research.* – 2019. – Vol. 10, Iss. 2. – P. 406–416.

217. Lupova, E.I. Productivity of oil flax varieties depending on the sowing time in Russia's Non-Chernozem-Zone / D.V. Vinogradov, Yu.A. Mazhaysky, A.V. Novikova, E.I. Lupova. – Text : direct // *Russian Agricultural Sciences.* – 2021. – Vol. 47, № 2. – P. 118–122.

218. Mańkowski, J. Effect of herbicides on yield and quality of straw and homomorphic fibre in flax (*Linum usitatissimum* L.) / J. Mańkowski, K. Pudelko, J. Kołodziej, T. Karaś. – Text : direct // *Industrial Crops and Products.* – 2015. – № 70. – P. 185–189.

219. Mineral fertilizers and insecticides in the formation of seed yield of the oil flax varieties / E. Korepanova, V. Goreeva, R. Galiev, I. Fatihov. – Text : direct // *Digitization of Agriculture – Development Strategy: International Scientific and Practical Conference.* – 2019. – V. 167. – Pp. 262–267.

220. New biocomposites based on bioplastic flax fibers and biodegradable polymers / M. Wrybel-Kwiatkowska, M. Czemplik, A. Kulma [et al.]. – Text : direct // *Bio-technol. Prog.* – 2012. – № 28. – Pp. 1336–1346.

221. Nosevich, M.A. Effect of presowing treatment of seeds with Flavobacterin on development of diseases, pests and weeds in oil flax crops / M.A. Nosevich, F.F. Ganusevich, A.P. Spiricheva. – Text : direct // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* – Veliky Novgorod, 2020. – Pp. 012094.

222. Nosevich, M.A. Formation of the yield of flax seeds of the oilseed variety LM 98 during inoculation with new strains of microorganisms of the Rizobakt biological product of the RZhF brand in the conditions of the Leningrad Region / M.A. Nosevich, F.F. Ganusevich, N.Yu. Kamylnina [et al.]. – Text : direct / *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [this link is disabled](#). – 2021. – 852 (1). – 012074.

223. Oilseed crops for semiarid cropping systems in the Northern Great Plains / A.M. Johnston [et al.]. – Text : direct // *Agron. J.* – 2002. – № 94. – Pp. 231–240.

224. Pavlov, A.V. New linseed accessions in the VIR collection, suitable for dual utilization (seed and fiber) in the North-Western region of the Russian Federation / A.V. Pavlov, E.A. Porokhvinova, S.N. Kutuzova, N.B. Brutch. – Text : direct // *Journal of Natural Fibers.* – 2022. – Vol. 19, Iss. 4. – P. 7553–7565.

225. Valamoti, S.M. Flax in Neolithic and Bronze Age Greece: archaeobotanical evidence / S.M. Valamoti. – Text : direct // *Vegetation History and Archaeobotany.* – 2011. – Vol. 20, Iss. 6. – P. 549–560.

226. Varied previous crops on improving oilseed flax productivity in Semiarid Loess Plateau in China / B. Zhao, Y. Gao, B. Yan [et al.]. – Text : direct // *Oil Crop Science.* – 2020. – № 5(4). – 187–193.

227. Varshney, R.K. More genomic resources for lessstudied crops / R.K. Varshney, J.-C. Glaszmann, H. Leung, J.-M. Ribaut. – Text : direct // *Trends Biotechnol.* – 2010. – № 28 (9). – P. 450–460.

228. Vasin, V.G. Culture of priority oil crops in the north of Kazakhstan / V.G. Vasin, A.B. Abuova, S.A. Tulkubayeva [et al.]. – Text : direct // BIO Web of Conferences. – 2020. – Vol. 17. – Article Number 00029.

229. Zeybek, U. Türkiye'de ve Dünyada Önemli Tıbbi Bitkiler ve Kullanımları / U. Zeybek, M. Haksel. – Text : direct // META Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir. – 2011. – Pp. 116–121.

230. Zhamalova, D.B. Provision of moisture and photosynthetic activity of oil flax crops at different seeding times and seeding rates / D.B. Zhamalova [et al.]. – Text : direct // Ecology, Environment and Conservation. – 2019. – Vol. 25, Iss. 2. – Pp. 432–439.

231. Zhelezova, S.V. Temperature regime of the arable layer of sod-podzolic soil under different tillage systems and crops / S.V. Zhelezova. – Text : direct // Key concepts of soil physics: development, future prospects and current applications. – IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019. – Vol. 368. – 6 p.

232. Zohary, D. Domestication of plants in the Old World : the origin and spread of domesticated plants in south-west Asia, Europe, and the Mediterranean Basin / D. Zohary, M. Hopf, E. Weiss. – 4th ed. – Oxford : Oxford University Press. – 2012. – 243 p. – Text : direct.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Климатические условия в годы проведения полевых опытов, по данным метеостанции г. Домодедово

Показатели	май				июнь				июль				август	
	1	2	3	Σ	1	2	3	Σ	1	2	3	Σ	1	Σ
2021г.														
температура, t ⁰ C	8,5	17,0	14,0	13,2	13,5	28,4	25,0	23,3	17,7	20,3	22,2	20,1	19,4	18,5
осадки, мм	83,0	42,0	54,0	179	42,0	39,0	74,0	155	20,0	41,0	23,0	83	20,0	131
2022г.														
температура, t ⁰ C	8,5	11,0	10,0	9,8	16,0	18,0	19,0	17,7	20,0	18,0	20,0	19,3	20,0	20,0
осадки, мм	2,0	43,0	30,0	75	10,0	30,0	3,0	43	79,0	35,0	78,0	192	26,5	26,5
2023г.														
температура, t ⁰ C	7,2	13,8	11,0	10,7	14,6	17,0	16,3	16,0	16,0	18,0	22,0	18,7	22,0	12,0
осадки, мм	18,0	0	15,0	33,0	22,0	610	52,0	80	54,0	25,0	54,0	133	18,0	94
Среднемноголетнее значение														
температура, t ⁰ C	9,7	11,4	19,1	13,4	12,4	15,4	16,4	14,7	17,4	17,9	17,2	17,7	17,2	16,0
осадки, мм	14,0	16,0	19,0	49	19,0	21,0	23,0	63	25,0	26,0	27,0	78	20,0	74

Урожайность льна масличного в полевом опыте 1 (т/га), 2021г.

Планируемая урожайность	Обработка Микрополи-док Плюс	Повторность				v	\bar{X}
		1	2	3	4		
1,5 т/га	-	1,55	1,59	1,73	1,68	6,55	1,64
	+	1,66	1,81	1,63	1,79	6,89	1,72
2,0 т/га	-	1,97	2,08	1,85	2,02	7,92	1,98
	+	2,10	1,94	2,16	2,06	8,26	2,07
2,5 т/га	-	2,47	2,35	2,42	2,37	9,61	2,40
	+	2,61	2,54	2,49	2,40	10,04	2,51
3,0 т/га	-	2,38	2,41	2,56	2,62	9,97	2,49
	+	2,62	2,57	2,66	2,47	10,32	2,58

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	Средний квадрат отклонения	$F_{\text{факт.}}$	F_{05}
C_V	4,082	31	-	-	-
C_P	0,003	3	0,001	0,13	3,07
C_A	3,823	3	1,274	167,63	3,07
C_B	0,066	1	0,066	8,68	4,32
C_{AB}	0,003	3	0,001	0,13	3,07
C_Z	0,160	21	0,0076	-	-

Ошибки опыта: абсолютная $S_x = 0,044$ т/га; относительная $S_{x\%} = 2,03$ %

$НСР_{05}$ для частных различий 0,128 т/га; по А 0,091 т/га; по В 0,064 т/га

Урожайность льна масличного в полевом опыте 1 (т/га), 2022г.

Планируемая урожайность	Обработка Микрополи-док Плюс	Повторность				v	\bar{X}
		1	2	3	4		
1,5 т/га	-	1,50	1,36	1,45	1,41	5,72	1,43
	+	1,47	1,44	1,61	1,57	6,09	1,52
2,0 т/га	-	1,75	1,79	1,84	1,92	7,30	1,83
	+	2,03	1,96	1,94	1,88	7,81	1,95
2,5 т/га	-	2,18	2,22	2,15	2,32	8,87	2,22
	+	2,24	2,35	2,48	2,29	9,36	2,34
3,0 т/га	-	2,55	2,27	2,38	2,35	9,55	2,39
	+	2,38	2,63	2,41	2,46	9,88	2,47

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	Средний квадрат отклонения	F _{факт.}	F ₀₅
S_V	4,654	31	-	-	-
S_P	0,004	3	0,001	0,15	3,07
S_A	4,375	3	1,458	169,54	3,07
S_B	0,090	1	0,090	10,47	4,32
S_{AB}	0,003	3	0,001	0,12	3,07
S_Z	0,182	21	0,0086	-	-

Ошибки опыта: абсолютная $S_x = 0,046$ т/га; относительная $S_{x\%} = 2,30$ %

НСР₀₅ для частных различий 0,136 т/га; по А 0,096 т/га; по В 0,068 т/га.

Урожайность льна масличного в полевом опыте 1 (т/га), 2023г.

Планируемая урожайность	Обработка Микрополи- док Плюс	Повторность				V	\bar{X}
		1	2	3	4		
1,5 т/га	-	1,31	1,34	1,25	1,37	5,27	1,32
	+	1,39	1,36	1,41	1,45	5,61	1,44
2,0 т/га	-	1,64	1,69	1,73	1,62	6,68	1,57
	+	1,82	1,78	1,68	1,72	7,00	1,65
2,5 т/га	-	1,86	1,96	1,90	1,81	7,53	1,78
	+	1,91	2,05	1,95	2,03	7,94	1,89
3,0 т/га	-	2,04	2,07	2,11	1,93	81,5	2,00
	+	2,21	1,98	2,29	2,16	86,4	2,06

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	Средний квадрат отклонения	$F_{\text{факт.}}$	F_{05}
S_V	2,656	31	-	-	-
S_P	0,0035	3	0,001	0,207	3,07
S_A	2,452	3	0,817	140,86	3,07
S_B	0,070	1	0,070	12,50	4,32
S_{AB}	0,008	3	0,003	0,48	3,07
S_Z	0,1225	21	0,0058	-	-

Ошибки опыта: абсолютная $S_x = 0,38$ т/га; относительная $S_{x\%} = 2,10$ %.

$НСР_{05}$ для частных различий 0,112 т/га; по А 0,079 т/га; по В 0,056 т/га.

Количество растений льна масличного в полевом опыте 1 (шт./м²), 2021г.

Планируемая урожайность	Обработка Микрополи-док Плюс	Повторность				v	\bar{X}
		1	2	3	4		
1,5 т/га	-	465	489	501	473	1928	482
	+	485	499	480	496	1960	490
2,0 т/га	-	554	538	551	543	2186	547
	+	568	567	538	552	2225	556
2,5 т/га	-	606	619	594	602	2421	605
	+	618	604	625	610	2457	614
3,0 т/га	-	604	613	598	621	2436	609
	+	632	611	624	617	2484	621

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	Средний квадрат отклонения	F _{факт.}	F ₀₅
C _V	91112,0	31	-	-	-
C _P	73,59	3	24,53	0,18	3,07
C _A	87424,60	3	29141,5	215,05	3,07
C _B	750,78	1	750,78	5,54	4,32
C _{AB}	17,34	3	5,78	0,04	3,07
C _Z	2845,66	21	135,507	-	-

Ошибки опыта: абсолютная $S_x = 5,82$ шт./м²; относительная $S_{x\%} = 1,29$ %.НСР₀₅ для частных различий 17,1 шт./м²; по А 12,1 шт./м²; по В 8,6 шт./м².

Число коробочек в полевом опыте 1 (шт./раст.), 2021г.

Планируемая урожайность	Обработка Микрополи-док Плюс	Повторность				V	\bar{X}
		1	2	3	4		
1,5 т/га	-	11,5	12,3	12,5	13	49,3	12,3
	+	12,6	12,9	11,6	12,4	49,5	12,4
2,0 т/га	-	12,8	13,3	13,2	11,5	50,8	12,7
	+	12,8	12,2	12,9	13,2	51,1	12,8
2,5 т/га	-	13,7	12,9	13,4	13,6	53,6	13,4
	+	13,8	13,6	14,1	13	54,5	13,6
3,0 т/га	-	13,3	13,8	13,2	14,2	54,5	13,6
	+	14,5	13,8	13,5	13,4	55,2	13,8

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	Средний квадрат отклонения	F _{факт.}	F ₀₅
C _V	17,17	31	-	-	-
C _P	0,04	3	0,013	0,04	3,07
C _A	9,90	3	3,30	9,82	3,07
C _B	0,14	1	0,14	0,41	4,32
C _{AB}	0,04	3	0,013	0,04	3,07
C _Z	7,06	21	0,336	-	-

Ошибки опыта: абсолютная $S_x = 0,29$ шт.; относительная $S_{x\%} = 2,22$ %.

НСР₀₅ для частных различий 0,85 шт.; по А 0,60 шт/раст.; по В 0,43 шт./раст.

Количество растений льна масличного в полевом опыте 1 (шт./м²), 2022г.

Планируемая урожайность	Обработка Микрополи-док Плюс	Повторность				V	\bar{X}
		1	2	3	4		
1,5 т/га	-	460	458	443	451	1812	453
	+	472	459	462	476	1869	467
2,0 т/га	-	527	508	535	516	2086	522
	+	533	538	537	544	2152	538
2,5 т/га	-	590	592	580	573	2335	584
	+	588	604	595	600	2387	597
3,0 т/га	-	610	593	604	597	2404	601
	+	599	612	610	602	2423	606

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	Средний квадрат отклонения	F _{факт.}	F ₀₅
C _V	105968,0	31	-	-	-
C _P	27,25	3	9,08	0,13	3,07
C _A	103108,0	3	34369,3	481,57	3,07
C _B	1176,13	1	1176,13	16,48	4,32
C _{AB}	157,63	3	52,54	0,74	3,07
C _Z	1498,75	21	71,369	-	-

Ошибки опыта: абсолютная $S_x = 9,66$ шт./м²; относительная $S_{x\%} = 1,77$ %.НСР₀₅ для частных различий 12,4 шт./м²; по А 8,8 шт./м²; по В 6,2 шт./м².

Число коробочек в полевом опыте 1 (шт./раст.), 2022г.

Планируемая урожайность	Обработка Микрополи-док Плюс	Повторность				v	\bar{X}
		1	2	3	4		
1,5 т/га	-	11,3	11,6	12,1	12,5	47,5	11,9
	+	12,2	11,7	12,6	11,9	48,4	12,1
2,0 т/га	-	12,5	13,1	12,7	11,8	50,1	12,5
	+	12,4	12,4	12,7	13,3	50,8	12,7
2,5 т/га	-	13,6	13	13,5	12,1	52,2	13,1
	+	13,5	13,3	12,8	13,7	53,3	13,3
3,0 т/га	-	14	13,5	12,7	13,4	53,6	13,4
	+	13,5	13,4	13,2	13,9	54	13,5

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	Средний квадрат отклонения	F _{факт.}	F ₀₅
C _V	16,18	31	-	-	-
C _P	0,07	3	0,023	0,08	3,07
C _A	10,14	3	3,38	12,58	3,07
C _B	0,30	1	0,30	1,12	4,32
C _{AB}	0,03	3	0,01	0,04	3,07
C _Z	5,64	21	0,269	-	-

Ошибки опыта: абсолютная $S_x = 0,26$ шт.; относительная $S_{x\%} = 2,03$ %.

НСР₀₅ для частных различий 0,76 шт.; по А 0,54 шт./раст.; по В 0,38 шт./раст.

Количество растений льна масличного в полевом опыте 1 (шт./м²), 2023г.

Планируемая урожайность	Обработка Микрополи-док Плюс	Повторность				v	\bar{X}
		1	2	3	4		
1,5 т/га	-	432	443	420	425	1720	430
	+	438	450	442	451	1781	445
2,0 т/га	-	503	476	496	472	1947	487
	+	519	521	498	510	2048	512
2,5 т/га	-	524	528	540	537	2129	532
	+	542	560	552	546	2200	550
3,0 т/га	-	549	545	555	563	2212	553
	+	581	564	579	571	2295	574

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	
				факт.	05
Общая	78725,5	31	-	-	-
Повторений	13,25	3	4,42	0,04	3,07
Фактора А	73375,0	3	24448,3	240,39	3,07
Фактора В	3120,5	1	3120,5	30,68	4,32
Взаимодействия АВ	111,0	3	37,0	0,36	3,07
Остаток (ошибки)	2135,75	21	101,702	-	-

Ошибки опыта: абсолютная $S_x = 10,1$ шт./м²; относительная $S_{x\%} = 1,98$ %.

НСР₀₅ для частных различий 14,8 шт./м²; по фактору А 10,5 шт./м²; по фактору В 7,4 шт./м².

Число коробочек в полевом опыте 1 (шт./раст.), 2023г.

Планируемая урожайность	Обработка Микрополи-док Плюс	Повторность				v	\bar{X}
		1	2	3	4		
1,5 т/га	-	11,8	12	12,1	11,2	47,1	11,8
	+	12	11,9	11,5	12,2	47,6	11,9
2,0 т/га	-	12,4	12,3	12,7	11,8	49,2	12,3
	+	11,6	12,8	12,1	13,2	49,7	12,4
2,5 т/га	-	12,3	13,2	12,8	12	50,3	12,6
	+	12,5	12,7	13,1	12,5	50,8	12,7
3,0 т/га	-	12,9	12,6	12,1	13,4	51	12,8
	+	13,1	13	13,3	12,6	52	13,0

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	Средний квадрат отклонения	$F_{\text{факт.}}$	F_{05}
C_V	9,92	31	-	-	-
C_P	0,27	3	0,09	0,41	3,07
C_A	4,77	3	1,59	7,17	3,07
C_B	0,20	1	0,20	0,88	4,32
C_{AB}	0,02	3	0,07	0,03	3,07
C_Z	4,66	21	0,222	-	-

Ошибки опыта: абсолютная $S_x = 0,24$ шт.; относительная $S_{x\%} = 1,93$ %.
 $НСР_{05}$ для частных различий 0,69 шт.; по А 0,49 шт.; по В 0,35 шт.

Приложение 11

Структура урожая льна масличного в полевом опыте 1, 2021 г.

Планируемая урожайность, т/га	Обработка Микрополидок Плюс	Количество растений шт./м ²	Высота прикреплёния нижних ветвей, см	Число корбочек, шт./раст.	Масса 1 000 семян, г
1,5	–	482	15,1	12,3	5,5
	+	490	15,8	12,4	5,6
2,0	–	547	17,0	12,7	5,7
	+	556	17,5	12,8	5,8
2,5	–	605	18,0	13,4	5,9
	+	614	18,3	13,6	6,0
3,0	–	609	18,2	13,6	6,0
	+	621	18,5	13,8	6,1

Приложение 12

Структура урожая льна масличного в полевом опыте 1, 2022 г.

Планируемая урожайность, т/га	Обработка Микрополидок Плюс	Количество растений шт./м ²	Высота прикреплёния нижних ветвей, см	Число корбочек, шт./раст.	Масса 1 000 семян, г
1,5	–	453	14,5	11,9	5,3
	+	467	14,8	12,1	5,4
2,0	–	522	16,5	12,5	5,6
	+	538	16,9	12,7	5,7
2,5	–	584	17,7	13,1	5,8
	+	597	17,9	13,3	5,9
3,0	–	601	18,0	13,4	5,9
	+	606	18,2	13,5	6,0

Приложение 13

Структура урожая льна масличного в полевом опыте 1, 2023 г.

Планируемая урожайность, т/га	Обработка Микрополидок Плюс	Количество растений шт./м ²	Высота прикрепления нижних ветвей, см	Число корбочек, шт./раст.	Масса 1 000 семян, г
1,5	–	430	14,1	11,8	5,2
	+	445	14,3	11,9	5,3
2,0	–	487	15,4	12,3	5,5
	+	512	16,2	12,4	5,6
2,5	–	532	16,7	12,6	5,6
	+	550	17,2	12,7	5,7
3,0	–	553	17,3	12,8	5,7
	+	574	17,6	13,0	5,8

Приложение 14

Структура урожая льна масличного в полевом опыте 1, среднее 2021-2023 гг.

Планируемая урожайность, т/га	Обработка Микрополидок Плюс	Количество растений шт./м ²	Высота прикрепления нижних ветвей, см	Число корбочек, шт./раст.	Масса 1 000 семян, г
1,5	–	455	14,6	12,0	5,3
	+	467	15,0	12,1	5,4
2,0	–	519	16,3	12,5	5,6
	+	535	16,9	12,6	5,7
2,5	–	574	17,5	13,0	5,8
	+	587	17,8	13,2	5,9
3,0	–	588	17,8	13,3	5,9
	+	600	18,1	13,4	6,0

Урожайность льна масличного в опыте 2 (т/га), 2021г.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Повторность				V	\bar{X}
			1	2	3	4		
Яровая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	1,19	1,30	1,27	1,12	4,88	1,22
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	1,73	1,69	1,58	1,61	6,61	1,65
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	1,78	1,86	1,75	1,84	7,23	1,81
	2,0 т/га	Без обработки	1,42	1,35	1,53	1,56	5,86	1,47
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	1,87	2,15	2,04	2,07	8,13	2,03
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	2,12	1,88	2,38	2,26	8,64	2,16
	2,5 т/га	Без обработки	1,85	2,02	1,87	1,93	7,67	1,92
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	2,54	2,49	2,69	2,60	10,32	2,58
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	2,7	2,82	2,76	2,67	10,95	2,74
	3,0 т/га	Без обработки	2,22	2,08	1,94	2,15	8,39	2,10
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	2,71	2,81	2,85	2,93	11,30	2,83
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	2,95	3,06	2,77	3,02	11,80	2,95
Озимая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	1,35	1,42	1,26	1,38	5,41	1,35
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	1,87	1,78	1,81	1,70	7,16	1,79
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	2,00	1,83	1,94	2,05	7,82	1,96
	2,0 т/га	Без обработки	1,56	1,72	1,45	1,67	6,40	1,60
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	1,98	2,25	2,33	2,12	8,68	2,17
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	2,31	2,19	2,27	2,4	9,17	2,29
	2,5 т/га	Без обработки	2,06	2,08	2,11	1,94	8,19	2,05
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	2,91	2,59	2,7	2,82	11,02	2,76
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	3,03	2,80	2,95	2,73	11,51	2,88
	3,0 т/га	Без обработки	2,14	2,29	2,37	2,20	9,00	2,25
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	3,06	3,00	2,92	2,88	11,86	2,97
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	3,19	2,85	3,06	3,23	12,33	3,08

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	Средний квадрат отклонения	F _{факт.}	F ₀₅
C _V	28,61	95	-	-	-
C _P	0,01	3	0,003	0,23	2,79
C _A	15,80	1	15,80	1215,38	4,03
C _B	1,70	3	0,567	43,62	2,79
C _C	9,90	2	4,950	380,77	3,18
C _{AB}	0,08	3	0,027	2,08	2,79
C _{AC}	0,21	2	0,105	8,08	3,18
C _{BC}	0,03	6	0,005	0,38	2,29
C _{ABC}	0,01	6	0,002	0,15	2,29
C _Z	0,87	69	0,0126	-	-

Ошибки опыта: абсолютная $S_x = 0,056$ т/га; относительная $S_{x\%} = 2,57$ %.

НСР₀₅ для частных различий 0,160 т/га; по А 0,046 т/га; по В 0,065 т/га; по С 0,057 т/га.

Урожайность льна масличного в опыте 2 (т/га), 2022г.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Повторность				V	\bar{X}
			1	2	3	4		
Яровая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	1,14	0,98	1,18	1,05	4,35	1,09
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	1,37	1,53	1,39	1,47	5,76	1,44
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	1,66	1,61	1,54	1,49	6,30	1,58
	2,0 т/га	Без обработки	1,21	1,38	1,44	1,25	5,28	1,32
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	1,82	1,69	1,73	1,85	7,09	1,77
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	1,89	2,00	1,95	1,86	7,70	1,93
	2,5 т/га	Без обработки	1,45	1,39	1,57	1,64	6,05	1,51
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	2,08	2,11	2,21	1,92	8,32	2,08
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	2,16	2,22	2,25	2,30	8,93	2,23
	3,0 т/га	Без обработки	1,87	1,73	1,76	1,64	7,00	1,75
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	2,46	2,35	2,26	2,28	9,35	2,34
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	2,50	2,40	2,45	2,57	9,92	2,48
Озимая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	1,15	1,33	1,07	1,29	4,84	1,21
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	1,50	1,63	1,74	1,52	6,39	1,60
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	1,87	1,7	1,68	1,91	7,16	1,79
	2,0 т/га	Без обработки	1,31	1,56	1,47	1,34	5,68	1,42
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	2,07	1,83	1,72	1,95	7,57	1,89
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	1,96	2,09	1,94	2,02	8,01	2,00
	2,5 т/га	Без обработки	1,68	1,51	1,77	1,58	6,54	1,64
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	2,00	2,29	2,25	2,18	8,72	2,18
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	2,33	2,29	2,17	2,40	9,19	2,30
	3,0 т/га	Без обработки	1,78	1,71	1,84	1,97	7,30	1,83
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	2,48	2,44	2,37	2,52	9,81	2,45
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	2,50	2,57	2,63	2,58	10,28	2,57

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	Средний квадрат отклонения	$F_{\text{факт.}}$	F_{05}
C_V	16,70	95	-	-	-
C_P	0,01	3	0,003	0,33	2,79
C_A	6,97	1	6,970	697,0	4,03
C_B	1,61	3	0,537	53,7	2,79
C_C	7,22	2	3,610	361,0	3,18
C_{AB}	0,02	3	0,007	0,7	2,79
C_{AC}	0,14	2	0,007	0,7	3,18
C_{BC}	0,02	6	0,003	0,33	2,29
C_{ABC}	0,01	6	0,002	0,20	2,29
C_Z	0,70	69	0,010	-	-

Ошибки опыта: абсолютная $S_x = 0,050$ т/га; относительная $S_{x\%} = 2,33$ %.

НСР₀₅ для частных различий 0,143 т/га; по А 0,041 т/га; по В 0,058 т/га; по С 0,050 т/га.

Урожайность льна масличного в опыте 2 (т/га), 2023г.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Повторность				V	\bar{X}
			1	2	3	4		
Яровая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	0,83	1,06	0,91	1,00	3,80	0,95
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	1,40	1,23	1,27	1,37	5,27	1,32
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	1,44	1,49	1,38	1,52	5,83	1,46
	2,0 т/га	Без обработки	1,28	1,03	1,15	1,23	4,69	1,17
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	1,50	1,76	1,68	1,57	6,51	1,63
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	1,86	1,72	1,79	1,61	6,98	1,75
	2,5 т/га	Без обработки	1,46	1,24	1,42	1,33	5,45	1,36
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	1,85	1,94	1,89	1,70	7,38	1,85
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	1,87	2,01	2,1	1,93	7,91	1,98
	3,0 т/га	Без обработки	1,66	1,44	1,42	1,55	6,07	1,52
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	1,89	1,98	2,21	2,17	8,25	2,06
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	1,98	2,34	2,26	2,38	8,96	2,24
Озимая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	1,02	1,15	1,09	1,23	4,49	1,12
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	1,64	1,32	1,57	1,46	5,99	1,50
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	1,60	1,73	1,69	1,58	6,60	1,65
	2,0 т/га	Без обработки	1,25	1,36	1,22	1,31	5,14	1,29
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	1,79	1,68	1,74	1,88	7,09	1,77
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	2,10	1,78	1,83	1,92	7,63	1,91
	2,5 т/га	Без обработки	1,41	1,54	1,48	1,37	5,8	1,45
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	2,04	1,87	1,99	1,81	7,71	1,93
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	2,06	2,17	2,14	1,95	8,32	2,08
	3,0 т/га	Без обработки	1,55	1,50	1,69	1,73	6,47	1,62
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	2,25	2,19	2,08	2,18	8,70	2,18
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	2,29	2,27	2,36	2,32	9,24	2,31

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов отклонений	Число степеней свободы	Средний квадрат отклонения	F _{факт.}	F ₀₅
C _V	13,43	95	-	-	-
C _P	0,01	3	0,003	0,273	2,79
C _A	4,68	1	4,68	425,45	4,03
C _B	1,30	3	0,433	39,36	2,79
C _C	6,54	2	3,270	297,27	3,18
C _{AB}	0,01	3	0,003	0,273	2,79
C _{AC}	0,06	2	0,030	2,73	3,18
C _{BC}	0,04	6	0,007	0,64	2,29
C _{ABC}	0,01	6	0,002	0,18	2,29
C _Z	0,78	69	0,011	-	-

Ошибки опыта: абсолютная $S_x = 0,053$ т/га; относительная $S_{x\%} = 3,20$ %.

НСР₀₅ для частных различий 0,152 т/га; по А 0,044 т/га; по В 0,062 т/га; по С 0,054 т/га.

Структура урожая льна масличного в опыте 2, 2021г.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Количество растений, шт./м ²	Высота прикрепления нижних ветвей, см	Число коробочек, шт./раст.	Масса 1000 семян, г
Яровая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	340	27,1	12,7	5,6
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	443	29,8	13,2	5,7
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	458	28,3	13,4	5,7
	2,0 т/га	Без обработки	392	28,6	13,0	5,7
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	514	31,4	13,4	5,8
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	547	29,0	13,6	5,8
	2,5 т/га	Без обработки	490	31,2	13,5	5,8
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	614	34,8	13,8	5,9
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	646	33,5	14,0	5,9
	3,0 т/га	Без обработки	512	34,3	13,8	5,9
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	634	37,6	14,9	6,0
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	653	36,4	15,1	6,1
Озимая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	362	27,5	13,0	5,7
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	468	30,4	13,4	5,7
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	500	29,0	13,8	5,8
	2,0 т/га	Без обработки	421	29,5	13,2	5,7
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	507	32,1	13,6	5,8
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	548	30,7	13,9	5,9
	2,5 т/га	Без обработки	515	32,0	13,7	5,8
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	643	35,6	14,0	5,9
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	662	34,2	14,7	6,0
	3,0 т/га	Без обработки	541	35,1	14,1	5,9
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	664	38,3	15,1	6,1
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	678	36,4	15,5	6,2

Структура урожая льна масличного в опыте 2, 2022г.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Количество растений, шт./м ²	Высота прикрепления нижних ветвей, см	Число коробочек, шт./раст.	Масса 1000 семян, г
Яровая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	327	25,5	12,2	5,4
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	402	27,6	12,6	5,6
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	430	26,2	12,9	5,7
	2,0 т/га	Без обработки	388	26,8	12,5	5,5
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	491	28,7	12,8	5,7
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	515	27,1	13,1	5,8
	2,5 т/га	Без обработки	409	28,0	12,9	5,7
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	536	30,2	13,4	5,8
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	555	28,5	13,7	5,9
	3,0 т/га	Без обработки	447	31,8	13,5	5,8
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	573	30,4	13,8	5,9
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	605	29,3	14,0	5,9
Озимая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	352	25,2	12,5	5,5
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	421	27,6	13,2	5,7
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	463	26,1	13,3	5,7
	2,0 т/га	Без обработки	405	27,0	12,5	5,6
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	496	29,2	13,3	5,7
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	527	27,9	13,6	5,8
	2,5 т/га	Без обработки	440	29,5	13,6	5,7
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	542	32,1	13,8	5,8
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	564	30,4	14,1	5,9
	3,0 т/га	Без обработки	460	32,2	14,0	5,9
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	586	34,7	14,2	5,9
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	603	33,5	14,4	6,0

Структура урожая льна масличного в опыте 2, 2023г.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Количество растений, шт./м ²	Высота прикрепления нижних ветвей, см	Число коробочек, шт./раст.	Масса 1000 семян, г
Яровая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	304	22,3	11,9	5,3
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	386	24,5	12,4	5,4
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	411	23,1	12,6	5,5
	2,0 т/га	Без обработки	350	23,9	12,3	5,4
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	437	26,7	12,7	5,6
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	478	25,2	12,8	5,6
	2,5 т/га	Без обработки	389	26,3	12,6	5,6
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	470	29,0	12,9	5,7
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	512	27,6	13,2	5,8
	3,0 т/га	Без обработки	426	29,4	13,1	5,7
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	519	32,7	13,3	5,8
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	563	31,1	13,6	5,9
Озимая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	332	23,2	12,2	5,4
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	405	25,4	12,5	5,5
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	443	24,8	12,8	5,6
	2,0 т/га	Без обработки	374	24,3	12,5	5,5
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	486	26,9	12,6	5,6
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	511	25,5	12,9	5,7
	2,5 т/га	Без обработки	415	27,8	12,6	5,6
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	503	30,7	13,1	5,7
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	540	29,4	13,3	5,8
	3,0 т/га	Без обработки	441	30,0	13,2	5,7
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	552	32,5	13,5	5,8
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	580	31,2	13,6	5,8

Структура урожая льна масличного в полевом опыте 2 среднее 2021-2023 гг.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Количество растений, шт./м ²	Высота прикрепления нижних ветвей, см	Число корбочек, шт./раст.	Масса 1000 семян, г
Яровая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	324	25,0	12,3	5,4
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	410	27,3	12,7	5,6
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	436	25,9	13,0	5,6
	2,0 т/га	Без обработки	377	26,4	12,6	5,5
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	481	28,9	13,0	5,7
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	513	27,1	13,2	5,7
	2,5 т/га	Без обработки	429	28,5	13,0	5,7
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	540	31,3	13,4	5,8
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	571	29,5	13,6	5,9
	3,0 т/га	Без обработки	462	31,8	13,5	5,8
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	575	33,5	14,0	5,9
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	607	32,3	14,2	6,0
Озимая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	349	25,3	12,6	5,5
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	431	27,8	13,0	5,6
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	467	26,6	13,3	5,7
	2,0 т/га	Без обработки	400	26,9	12,7	5,6
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	496	29,4	13,2	5,7
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	529	28,0	13,5	5,8
	2,5 т/га	Без обработки	457	29,8	13,3	5,7
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	563	32,8	13,6	5,8
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	589	31,3	14,0	5,9
	3,0 т/га	Без обработки	481	32,4	13,8	5,8
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	601	35,2	14,3	5,9
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	620	33,7	14,5	6,0

Динамика засорённости посевов льна масличного в опыте 2 (шт./м²), 2021г.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Срок отбора образцов			Среднее
			перед обработкой	через 14 дней	перед уборкой	
Яровая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	<u>61,5</u> 5,1	<u>74,3</u> 5,7	<u>86,2</u> 6,1	<u>74,0</u> 5,6
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>61,9</u> 5,1	<u>41,7</u> 3,2	<u>31,7</u> 2,6	<u>45,1</u> 3,6
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>61,2</u> 5,0	<u>39,6</u> 2,9	<u>29,8</u> 2,4	<u>43,5</u> 3,4
	2,0 т/га	Без обработки	<u>67,8</u> 5,6	<u>82,3</u> 6,2	<u>95,3</u> 6,8	<u>82,1</u> 6,2
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>67,5</u> 5,7	<u>44,3</u> 3,6	<u>35,2</u> 2,8	<u>49,9</u> 4,0
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>68,1</u> 5,5	<u>42,6</u> 3,3	<u>33,0</u> 2,6	<u>47,9</u> 3,8
	2,5 т/га	Без обработки	<u>74,3</u> 5,9	<u>88,7</u> 6,6	<u>101,5</u> 7,1	<u>88,2</u> 6,5
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>74,6</u> 6,0	<u>48,5</u> 3,9	<u>37,3</u> 3,1	<u>53,5</u> 4,3
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>74,5</u> 6,0	<u>46,2</u> 3,6	<u>35,7</u> 2,9	<u>52,1</u> 4,2
	3,0 т/га	Без обработки	<u>80,4</u> 6,5	<u>94,6</u> 6,9	<u>112,0</u> 7,4	<u>95,7</u> 6,9
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>80,7</u> 6,5	<u>53,1</u> 4,2	<u>41,5</u> 3,3	<u>58,4</u> 4,7
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>80,9</u> 6,6	<u>50,8</u> 3,7	<u>39,8</u> 3,0	<u>57,2</u> 4,4
Озимая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	<u>46,8</u> 3,7	<u>56,5</u> 4,3	<u>67,1</u> 4,7	<u>56,8</u> 4,2
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>46,0</u> 3,8	<u>30,4</u> 2,5	<u>24,7</u> 2,0	<u>33,7</u> 2,8
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>46,5</u> 3,7	<u>28,5</u> 2,2	<u>22,7</u> 1,8	<u>32,6</u> 2,6
	2,0 т/га	Без обработки	<u>53,6</u> 4,1	<u>63,0</u> 4,6	<u>75,4</u> 5,0	<u>64,0</u> 4,6
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>53,4</u> 4,0	<u>35,2</u> 2,7	<u>27,1</u> 2,2	<u>41,9</u> 3,0
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>53,3</u> 4,0	<u>33,6</u> 2,5	<u>25,3</u> 1,9	<u>37,4</u> 2,8
	2,5 т/га	Без обработки	<u>58,7</u> 4,3	<u>71,8</u> 4,9	<u>84,2</u> 5,4	<u>71,6</u> 4,9
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>58,8</u> 4,2	<u>38,8</u> 2,9	<u>30,5</u> 2,5	<u>42,7</u> 3,2
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>59,0</u> 4,4	<u>36,5</u> 2,6	<u>28,8</u> 2,3	<u>41,4</u> 3,1
	3,0 т/га	Без обработки	<u>68,1</u> 4,9	<u>76,7</u> 5,3	<u>88,7</u> 5,8	<u>77,8</u> 5,3
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>67,9</u> 4,8	<u>43,7</u> 3,2	<u>34,6</u> 2,7	<u>48,7</u> 3,6
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>67,9</u> 4,8	<u>41,6</u> 3,0	<u>32,2</u> 2,4	<u>47,2</u> 3,4

Динамика засорённости посевов льна масличного в опыте 2 (шт./м²), 2022г.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Срок отбора образцов			Среднее
			перед обработкой	через 14 дней	перед уборкой	
Яровая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	<u>73,2</u> 6,2	<u>85,4</u> 6,9	<u>98,7</u> 7,4	<u>85,3</u> 6,8
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>73,0</u> 6,3	<u>47,6</u> 4,0	<u>52,7</u> 4,5	<u>52,7</u> 4,5
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>73,2</u> 6,3	<u>45,7</u> 3,7	<u>51,6</u> 4,3	<u>51,6</u> 4,3
	2,0 т/га	Без обработки	<u>80,5</u> 6,8	<u>93,5</u> 7,4	<u>106,0</u> 8,0	<u>93,3</u> 7,4
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>80,4</u> 6,7	<u>51,4</u> 4,3	<u>38,7</u> 3,5	<u>56,8</u> 4,8
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>80,3</u> 6,8	<u>49,8</u> 4,1	<u>35,6</u> 3,2	<u>55,6</u> 4,4
	2,5 т/га	Без обработки	<u>87,9</u> 7,2	<u>99,8</u> 7,8	<u>114,3</u> 8,3	<u>100,7</u> 7,8
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>87,7</u> 7,3	<u>57,0</u> 4,7	<u>43,1</u> 3,8	<u>62,6</u> 5,3
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>87,8</u> 7,5	<u>55,9</u> 4,4	<u>41,3</u> 3,6	<u>61,7</u> 5,1
	3,0 т/га	Без обработки	<u>95,4</u> 7,9	<u>107,1</u> 8,4	<u>118,9</u> 8,8	<u>103,8</u> 8,4
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>95,4</u> 8,0	<u>62,5</u> 5,1	<u>48,0</u> 4,1	<u>68,6</u> 5,7
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>95,2</u> 7,9	<u>60,6</u> 4,9	<u>46,4</u> 3,8	<u>67,4</u> 5,5
Озимая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	<u>54,5</u> 4,8	<u>62,4</u> 5,4	<u>73,7</u> 6,1	<u>63,9</u> 5,4
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>54,5</u> 4,7	<u>38,4</u> 3,4	<u>27,5</u> 2,3	<u>40,1</u> 3,5
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>54,3</u> 4,6	<u>36,3</u> 3,1	<u>25,6</u> 2,0	<u>38,7</u> 3,2
	2,0 т/га	Без обработки	<u>62,3</u> 5,0	<u>71,5</u> 5,9	<u>82,7</u> 6,3	<u>72,2</u> 6,7
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>62,0</u> 5,1	<u>42,7</u> 3,7	<u>30,2</u> 2,6	<u>45,0</u> 3,8
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>62,2</u> 5,1	<u>40,5</u> 3,4	<u>28,3</u> 2,4	<u>43,7</u> 3,6
	2,5 т/га	Без обработки	<u>67,4</u> 5,7	<u>78,3</u> 7,3	<u>93,5</u> 7,8	<u>79,7</u> 6,9
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>67,5</u> 5,7	<u>48,0</u> 4,1	<u>34,7</u> 2,9	<u>50,1</u> 4,2
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>67,7</u> 5,5	<u>56,2</u> 3,8	<u>32,5</u> 2,6	<u>48,8</u> 3,9
	3,0 т/га	Без обработки	<u>70,9</u> 6,1	<u>84,7</u> 7,8	<u>94,4</u> 8,5	<u>83,3</u> 7,5
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>71,2</u> 6,2	<u>52,8</u> 4,3	<u>37,3</u> 3,2	<u>53,7</u> 4,5
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>71,1</u> 6,1	<u>50,5</u> 4,0	<u>35,1</u> 3,0	<u>52,2</u> 4,4

Динамика засорённости посевов льна масличного в опыте 2 (шт./м²), 2023г.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Срок отбора образцов			Среднее
			перед обработкой	через 14 дней	перед уборкой	
Яровая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	<u>84,6</u> 6,3	<u>95,8</u> 7,1	<u>107,5</u> 7,7	<u>96,0</u> 7,0
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>84,5</u> 6,4	<u>50,8</u> 4,2	<u>41,4</u> 3,1	<u>58,9</u> 4,6
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>84,8</u> 6,5	<u>48,5</u> 3,9	<u>39,7</u> 2,8	<u>57,7</u> 4,4
	2,0 т/га	Без обработки	<u>91,2</u> 7,0	<u>104,7</u> 7,7	<u>115,3</u> 8,4	<u>103,7</u> 7,7
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>91,4</u> 6,9	<u>58,3</u> 4,6	<u>45,7</u> 3,4	<u>65,1</u> 5,0
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>91,4</u> 6,8	<u>56,0</u> 4,3	<u>43,8</u> 3,2	<u>63,7</u> 4,8
	2,5 т/га	Без обработки	<u>98,7</u> 7,3	<u>110,2</u> 8,2	<u>123,1</u> 8,8	<u>110,7</u> 8,1
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>99,0</u> 7,4	<u>65,2</u> 5,1	<u>49,2</u> 3,6	<u>71,1</u> 5,4
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>98,8</u> 7,3	<u>62,9</u> 4,8	<u>47,5</u> 3,3	<u>69,7</u> 5,1
	3,0 т/га	Без обработки	<u>106,4</u> 8,2	<u>118,2</u> 8,7	<u>131,7</u> 9,3	<u>118,8</u> 8,7
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>106,5</u> 8,1	<u>71,7</u> 5,5	<u>54,0</u> 4,1	<u>77,4</u> 5,9
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>106,7</u> 8,2	<u>69,6</u> 5,2	<u>52,3</u> 3,8	<u>76,2</u> 5,7
Озимая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	<u>65,4</u> 5,0	<u>76,8</u> 5,6	<u>88,2</u> 6,3	<u>76,8</u> 5,6
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>65,0</u> 5,2	<u>42,3</u> 3,5	<u>33,8</u> 2,7	<u>47,0</u> 3,8
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>65,3</u> 5,1	<u>41,0</u> 3,4	<u>31,6</u> 2,5	<u>46,0</u> 3,6
	2,0 т/га	Без обработки	<u>71,3</u> 5,7	<u>82,6</u> 6,5	<u>94,0</u> 7,2	<u>82,6</u> 6,5
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>71,2</u> 5,6	<u>46,7</u> 3,8	<u>36,7</u> 2,9	<u>51,5</u> 4,1
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>71,4</u> 5,7	<u>44,5</u> 3,6	<u>34,4</u> 2,7	<u>50,1</u> 4,0
	2,5 т/га	Без обработки	<u>76,7</u> 6,3	<u>88,3</u> 7,0	<u>99,3</u> 7,6	<u>88,1</u> 7,0
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>76,8</u> 6,3	<u>50,2</u> 4,4	<u>39,2</u> 3,2	<u>55,4</u> 4,6
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>76,5</u> 6,2	<u>48,6</u> 4,1	<u>37,6</u> 3,0	<u>54,2</u> 4,4
	3,0 т/га	Без обработки	<u>82,3</u> 6,7	<u>93,7</u> 7,6	<u>104,5</u> 8,5	<u>93,5</u> 7,6
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	<u>82,5</u> 6,8	<u>54,3</u> 4,8	<u>42,1</u> 3,5	<u>59,6</u> 5,0
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	<u>82,6</u> 6,6	<u>52,1</u> 4,5	<u>40,3</u> 3,2	<u>58,3</u> 4,8

Динамика массы сорняков в посевах льна масличного в опыте 2 (г/м²), 2021г.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Срок отбора образцов			Среднее
			перед обработкой	через 14 дней	перед уборкой	
Яровая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	307	402	337	349
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	301	154	183	213
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	305	128	159	197
	2,0 т/га	Без обработки	365	473	400	413
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	368	187	216	257
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	360	150	176	229
	2,5 т/га	Без обработки	427	556	469	484
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	425	214	253	297
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	422	171	204	266
	3,0 т/га	Без обработки	487	635	542	555
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	483	247	285	338
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	488	196	227	304
Озимая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	280	354	304	313
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	282	146	175	201
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	286	125	150	187
	2,0 т/га	Без обработки	345	442	371	386
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	344	180	212	245
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	349	144	170	221
	2,5 т/га	Без обработки	406	526	443	458
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	402	208	247	286
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	398	165	196	253
	3,0 т/га	Без обработки	469	608	515	531
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	465	236	272	324
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	463	187	214	288

Динамика массы сорняков в посевах льна масличного в опыте 2 (г/м²), 2022г.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Срок отбора образцов			Среднее
			перед обработкой	через 14 дней	перед уборкой	
Яровая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	346	752	383	394
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	347	175	202	241
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	343	140	164	216
	2,0 т/га	Без обработки	394	514	435	448
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	395	198	226	273
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	401	163	186	250
	2,5 т/га	Без обработки	445	576	490	504
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	442	224	257	308
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	448	181	209	279
	3,0 т/га	Без обработки	507	657	561	575
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	503	255	288	348
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	500	203	232	312
Озимая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	324	417	356	366
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	328	163	192	228
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	327	135	157	206
	2,0 т/га	Без обработки	372	487	415	425
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	377	191	218	262
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	375	155	182	237
	2,5 т/га	Без обработки	418	529	460	469
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	420	214	243	292
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	425	167	194	262
	3,0 т/га	Без обработки	475	615	526	539
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	477	240	278	332
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	471	192	219	294

Динамика массы сорняков в посевах льна масличного в опыте 2 (г/м²), 2023г.

Фактор А	Фактор В	Фактор С	Срок отбора образцов			Среднее
			перед обработкой	через 14 дней	перед уборкой	
Яровая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	362	473	402	412
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	365	185	211	254
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	359	146	168	224
	2,0 т/га	Без обработки	418	547	464	476
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	413	208	242	288
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	414	165	193	257
	2,5 т/га	Без обработки	462	587	492	514
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	463	236	270	323
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	467	192	226	295
	3,0 т/га	Без обработки	522	675	569	589
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	520	260	304	361
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	523	208	246	326
Озимая пшеница	1,5 т/га	Без обработки	335	437	368	380
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	332	172	196	233
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	340	139	167	215
	2,0 т/га	Без обработки	381	492	421	431
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	383	194	226	268
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	386	157	182	242
	2,5 т/га	Без обработки	434	566	485	495
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	438	220	254	304
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	432	176	201	270
	3,0 т/га	Без обработки	480	624	532	545
		Хакер ВРГ+ Магнум ВДГ	485	245	283	338
		Хакер ВРГ+ Гербитокс ВРК	488	206	237	310

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Культура Лён масличный – сорт Уральский
 Площадь 1 га
 Предшественник Озимая пшеница

Производство продукции	Урожайность, т/га	Валовый сбор, т
основной	3,0	3,0

Норма высева 0,42 ц/га

№ пп	Наименование работ	Объём работы		Состав агрегата	Количество человек		Норма выработки за 7 часов	Общее число нормо-мен	Затраты труда	
		т, га	усл. га		Трактористы водители	рабочие			Механизаторы и водители	Вспомогательные рабочие
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Дискование стерни	1	0,3	МТЗ-1221, ЛДГ-15А	1		20	0,05	0,0500	
2	Вспашка зяби	1	1,3	МТЗ-1221, БДН 2,4х2	1		7,5	0,13	0,1333	
3	Ранне-весеннее боронование	1	0,3	МТЗ-1221, БЗСС-1	1		70	0,01	0,0143	
4	Транспортировка и внесение минеральных удобрений	1	0,8	МТЗ-1221, РУМ-8	1		65	0,02	0,0154	
5	Культивация	1	0,4	МТЗ-1221, КПМ-6	1		50	0,02	0,0200	
6	Погрузка семян	0,042		ЗПС-100		1	700	0,001		0,0014
7	Транспортировка семян	0,007		КамАЗ 689011	1		50	0,02	0,0200	
8	Посев	1	0,4	МТЗ-1221, Kverneland DL	1		30	0,03	0,0333	
9	Подвоз воды	0,3		АКН КамАЗ 65115-39	1		400	0,01	0,0025	
10	Опрыскивание против комплекса вредителей и болезней	1		МТЗ-1221, ОП-600	1		84	0,01	0,0119	
11	Подвоз воды	0,3		АКН КамАЗ 65115-39	1		400	0,01	0,0025	
12	Опрыскивание гербицидами	1		МТЗ-1221, ОП-600	1		84	0,01	0,0119	
13	Уборка прямым комбайнированием	1	1,5	Terrior SR 2010	1		16	0,06	0,0625	
14	Транспортировка зерна	3,0		КамАЗ 689011	1		50	0,02	0,0200	
15	Всего		5,0		1					

№ пп	Тарифная ставка		Тарифный фонд		Дополнительная оплата	Доплата за классность	Отпуск	Итого зарплата	Всего зарплата	Горючее		Автотранспорт		Электроэнергия		Всего затрат, руб
	Трактористы водители	Рабочие	Трактористы, водители	Рабочие						Всего кг	Стоимость, руб.	Количество, т/км	Стоимость, руб.	Количество, кВт*ч	Стоимость, руб.	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	27
1	1215,0		60,75			6,08	7,11	73,94	96,12	7,2	403,2					499,32
2	1548,0		206,35		103,18	30,95	36,11	376,59	489,57	14,0	784,0					1273,57
3	1215,0		17,37			1,74	2,03	21,14	27,48	2,5	140,0					137,48
4	1215,0		18,71			1,87	2,19	22,77	29,60	6,4	358,4					388,0
5	1215,0		24,30			2,43	2,84	29,57	38,44	3,5	196,0					234,44
6		890,0		1,25		0,13	0,15	1,53	1,99					0,08	0,40	2,39
7	1024,0		20,48			2,05	2,40	24,93	32,41	7,5	397,5	0,2	3,0			432,91
8	1548,0		51,55		25,77	7,73	9,02	94,07	122,29	4,0	224,0					346,29
9	1024,0		2,56			0,26	0,30	3,12	4,06	7,8	413,4	1,5	22,5			439,96
10	1215,0		14,46			1,45	1,69	17,60	22,88	4,0	224,0					246,88
11	1024,0		2,56			0,26	1,30	3,12	4,06	7,8	413,4	1,5	22,5			439,96
12	1215,0		14,46			1,45	1,69	17,60	22,88	4,0	224,0					246,88
13	1548,0		96,75		48,38	9,68	14,51	169,32	220,12	8,5	476,0					696,12
14	1024,0		20,48			2,05	2,40	24,93	32,41	7,5	397,5	12,5	187,5			617,41
15									1144,31		4651,4		235,5		0,40	6031,21

16. Доплата за продукцию 1430,39 руб.

19. Отпуска на доплаты 100,84 руб.

17. Доплата за стаж 715,19 руб.

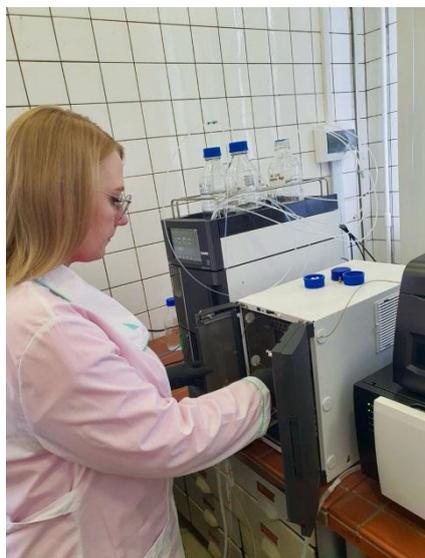
20. Начисления на доплаты 894,71 руб. 18. Всего доплат 2145,58 руб.

21. Всего доплат с начислениями 3141,13 руб.

Агротехнологические операции на опытном участке и посевы льна



Подсчет некоторых показателей структуры урожая льна и определение качества семян культуры



Акт внедрения исследований в производство
в ООО племзавод «Барыбино» Московской области

ООО племзавод «Барыбино»
142060, Московская обл., г. Домодедово,
д. Гальчино, Бульвар 60-летия СССР, стр. 6

АКТ

внедрения в производство материалов научно-исследовательской работы
соискателем Подлипной Анастасии Александровны

Подтверждаем, что в период 2022-2023 гг. в условиях предприятия ООО племзавод «Барыбино» Домодедовского района Московской области были использованы и внедрены результаты научно-исследовательской работы в агроценозах льна масличного на общей площади 18 га. Работа выполнялась в соответствии с тематическим планом НИОКР ФГБОУ ВО РГАТУ, кафедры агрономии, агрохимии и защиты.

Внедрение элементов агротехники, таких как, некорневые подкормки микроудобрением Микрополидок Плюс, в дозе 0,5 л/га, на фоне различных уровней минерального питания, в посевах льна масличного сорта Уральский в условиях хозяйства, позволило обеспечить оптимальный рост и развитие растений, сформировать более высокую продуктивность. Предложенные элементы технологии льна обеспечили урожайность в 1,87-2,21 т/га маслосемян культуры, что на 0,26-0,33 т/га выше, чем средние показатели по предприятию.

Производственные испытания доказывают высокую агрономическую и экономическую эффективность предложенных элементов технологии.

Исполнительный директор
ООО племзавод «Барыбино»



Ладный В.С.

Акт внедрения исследований в производство
в АО племзавод «Повадино» Московской области



АО племзавод «Повадино»

142063, Московская область, г.о. Домодедово, село Вельяминово, строение 9,
этаж 2, помещение 32
ОГРН: 1055001504854, ИНН: 5009048052

АКТ

ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

АО племзавод «Повадино» Домодедовского района Московской области подтверждает то, что результаты исследований по изучению элементов технологии производства семян льна масличного, разработанные соискателем Подлипной Анастасии Александровны под руководством доктора биологических наук, профессора Виноградова Д.В. были использованы и внедрены в производстве хозяйства в 2022-2023 гг., на общей площади 44 га.

В процессе работы Подлипной А.А. выполнены исследования по выявлению реакции предложенных соискателем баковых смесей гербицидов Хакер, ВРГ - 60 г/га + Магнум, ВДГ - 5 г/га и Хакер, ВРГ - 60 г/га + Гербитокс, ВРК - 0,8 л/га на сорный компонент почвы и урожайность культуры. В процессе внедрения изучены биологические особенности роста и развития, засоренность, структура урожая и урожайность, а также качество семян льна масличного.

Внедрение на предприятии элементов технологии гербицидной обработки и рекомендаций по применению пестицидов, способствовало увеличению структуры урожая культуры, существенному снижению засоренности посевов, что позволило обеспечить получение урожайности в среднем 19,8-22,9 ц/га, в зависимости от варианта, что на 16,5-29,5% выше общепринятой технологии выращивания льна масличного в АО племзавод «Повадино». При этом средняя рентабельность предлагаемой Подлипной А.А. технологии находилась на уровне 121,2-133,5%, что подтверждает высокую экономическую эффективность предложенных для внедрения элементов.

Исполнительный директор
АО племзавод «Повадино»



Сергеенко Игорь Владимирович

Акт внедрения исследований в производство
в ООО «Авангард» Рязанской области

**СПРАВКА О ВНЕДРЕНИИ
РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ**

в производство ООО «Авангард» Рязанского района Рязанской области и использовании материалов научных исследований по комплексному совершенствованию элементов технологии возделывания льна масличного выполненной соискателем ФГБОУ ВО РГАТУ Подлипной Анастасией Александровной, под руководством д.б.н., профессора Виноградова Д.В.

ООО «Авангард» Рязанской области подтверждает, что результаты исследований по комплексному изучению элементов технологии производства семян льна масличного, разработанные Подлипной А.А. были внедрены в производстве хозяйства в 2022, 2023 гг., на общей площади 17,5 га.

Предложенные элементы технологии (расчетный уровень минерального питания на урожайность семян льна, комплексное действие агрохимиката Микроплидок плюс и баковые смеси гербицидов Хакер, ВРГ + Гербитокс, ВРК) способствовали увеличению продуктивности культуры в хозяйстве, снижению засоренности агроценозов, что позволило обеспечить получение урожайности в среднем 15,6-17,0 ц/га, что на 1,3-3,5 ц/га выше технологии производства семян льна в ООО «Авангард». Отмечена высокая агрономическая и экономическая эффективность предложенных к внедрению элементов технологии производства льна масличного в условиях предприятия.

Главный агроном
ООО «Авангард»
Рязанской области



Овсянников
Виктор Николаевич