

Подлипная Анастасия Александровна

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

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева»

Научный
руководитель:

Виноградов Дмитрий Валериевич
доктор биологических наук, профессор

Официальные
оппоненты:

Сорокина Ольга Юрьевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Обособленное подразделение Научно-исследовательский институт льна Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр лубяных культур», лаборатория агротехнологий, заведующий лабораторией

Носевич Мария Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», кафедра растениеводства им. И.А. Стебута, доцент

Ведущая
организация:

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

Защита состоится « 9 » июля 2024 года в 13-00 часов на заседании диссертационного совета 99.2.117.03 на базе ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет» по адресу: 446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2; тел./факс 8 (846-63) 46-1-31.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный аграрный университет», на сайте университета <http://ssaa.ru>, и на сайте ВАК Минобрнауки РФ <https://vak.minobrnauki.gov.ru>.

Автореферат разослан « » мая 2024 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор



Троц Наталья Михайловна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Лен масличный – ценная масличная 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 так же 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. произошла небольшая коррекция масличного рынка, вследствие чего посевная площадь составила 18,4 млн. га.

В Центральном Нечерноземье посевы 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 перспективы 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 льна масличного 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 Кариммојени Н., 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.

Получено 3 патента на изобретение: RU 2809953 С1 «Способ выращивания льна масличного»; RU 2814983 С1 «Способ выращивания льна масличного в условиях Московской области»; RU 2817721 С1 «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 формируются из анализа научных трудов и практического опыта отечественных и зарубежных авторов, разработке цели, задач, программы 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 обработок, 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 посвященной 90-летию со дня рождения доктора наук Д.И. Мельничука (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 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.

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.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Обзор литературных источников

В литературном обзоре по теме диссертации изложен анализ перспективы выращивания льна масличного в мире и России; особое внимание уделено особенностям использования пестицидов и агрохимикатов в агроценозах исследуемой культуры; роли элементов технологии выращивания льна масличного в повышении урожайности и качества семян. Представлены некоторые аспекты применения минеральных удобрений в технологии производства льна и особенности использования пахотной дерново-подзолистой почвы в современных условиях. Анализ отечественных и иностранных литературных источников свидетельствует о необходимости совершенствования агротехнических приёмов с целью повышения продуктивности льна масличного в условиях Центрального Нечерноземья.

2. Условия и методика проведения исследований

Исследования были заложены на опытном поле ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, микрорайон Барыбино, Домодедовского района Московской области, в период с 2021 по 2023 годы.

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

Полевые исследования проводились на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве. Агрохимическая характеристика пахотного слоя: рН КСl – 5,25-5,33; N-NO₃ – 9,7-9,9 мг/кг; N-NH₄ – 2,75-2,85 мг/кг; P₂O₅ – 145-157 мг/кг; K₂O – 168-176 мг/кг; гумус – 2,0 %.

Объект исследований – сорт льна масличного Уральский.

Для формирования схем двухфакторного полевого опыта 1 и трёхфакторного полевого опыта 2 по определению эффективности доз минерального питания 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. Для получения планируемого урожая льна 1,5 т/га, содержание фосфора и калия в почве полностью компенсирует вынос этих элементов питания с урожаем. Дефицит отмечен только по азотному питанию, где доза азотных удобрений – N₉₅. Для получения планируемого урожая 2,0 т/га требуется внесение N₁₃₅K₃₀, а потребности в фосфоре компенсируются запасами в почве. Для планируемой урожайности 2,5 т/га и 3,0 т/га требуется внесение – N₁₇₅P₂₀K₆₅ и N₂₁₅P₆₀K₁₀₀ соответственно.

Опыт 1. Продуктивность льна масличного в зависимости от доз минеральных удобрений и обработки микроудобрением Микрополидок Плюс. Фактор А – планируемые уровни урожайности: 1,5 т/га; 2,0 т/га; 2,5 т/га; 3,0 т/га.

Фактор В - обработка посевов льна масличного в фазу «ёлочки» микроудобрением Микрополидок Плюс в дозе 0,5 л/га и вариант без обработки.

Опыт 2. Урожайность льна масличного в зависимости от предшественника и гербицидов на фоне различных уровней минерального питания. Фактор А – предшественник: яровая пшеница и озимая пшеница; фактор В - уровня планируемой урожайности льна масличного: 1,5 т/га, 2,0 т/га, 2,5 т/га и 3,0 т/га и рассчитанные нормы минерального удобрения; фактор С – баковые смеси гербицидов: 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.

Повторность опытов четырёхкратная. Размер учётной делянки 120 м².

Агротехнические мероприятия в опытах общепринятые для Нечерноземной зоны. Включала следующие приёмы: основная обработка - дискование стерни на 12-14 см (МТЗ-1221 + БДН-2,4х2), зяблевая вспашка на 20-22 см (МТЗ-1221 + ПЛН-4-35); 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. всхожих семян / га, сеялкой Amazon D9 4000 Super в I декаду мая. Опрыскивание посевов льна баковой смесью гербицидов согласно схеме, и в фазу «ёлочки» при высоте культуры 5-10 см. Учёт урожая осуществляли сплошным методом комбайном Terrion-Sampo SR2010.

Полевые исследования заложены по методике опытного дела (Доспехов Б.А., 1985), методике проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами (Лукомец В.М., 2007), методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989). Обработку полученных данных с помощью программного продукта «Statistica 10».

Агрохимические анализы почвы и растительных образцов, качество масличных семян льна определяли в лабораториях ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова», ФГБОУ ВО РГАТУ, согласно общепринятым методикам и ГОСТам.

3. Продуктивность льна масличного в зависимости от доз минеральных удобрений и обработки микроудобрением Микрополидок Плюс

В исследованиях выявлено, что обработка посевов препаратом Микрополидок Плюс в среднем по опыту увеличивает количество растений на 13 шт./м² (2,43 %). Совместное действие минеральных удобрений, рассчитанных на получение планируемой урожайности льна масличного 3 т/га и препарата Микрополидок Плюс обеспечивает максимальное количество растений 600 шт./м². Микроудобрение Микрополидок Плюс обеспечивает увеличение высоты прикрепления нижних ветвей на 0,4 см (2,41 %). 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 13,3 шт. (+10,8 % к контролю), при этом масса 1000 семян –

5,9 г (+11,2 % к контролю). По всем показателям структуры урожая масличной культуры наивысшие показатели отмечаются при применении нормы минеральных удобрений $N_{215}P_{60}K_{100}$, рассчитанной на планируемую урожайность 3,0 т/га в комплексе с обработкой посевов препаратом Микрополидок Плюс.

В годы опытов 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 (делянки второго порядка) в меньшей степени влияет на увеличение урожайности льна масличного, хотя и является статистически доказанным. Отметим, что планируемая урожайность 3,0 т/га семян льна масличного ни в один год исследований ни на одном варианте получена не была, что ставит вопрос о целесообразности применения столь высоких доз удобрений (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность (т/га) льна масличного в зависимости от уровня минерального питания и агрохимиката, среднее 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 2,36 т/га льна выявлена при применении 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 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.

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 $t_{факт} = 21,0$ и $t_{факт} = 33,47$, сильно превышающих теоретический критерий $t_{05} = 2,45$, существенность полученных коэффициентов сомнений не вызывает.

Линейная зависимость YZ также являются прямой и сильной, причём 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 $t_{факт.}$, лежащий в пределах 21,26 – 58,38 значительно превышают $t_{05} = 2,45$ (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты корреляционно-регрессионного анализа взаимосвязи между урожайностью льна (Y), количеством культурных растений (X) и массой 1000 количеством коробочек на 1 растение (Z), среднее 2021-2023 гг.

взаимосвязь	Простая линейная корреляция			Уравнение линейной регрессии	Множественная корреляция			Уравнение множественной регрессии
	коэффициенты		критерий Стьюдента $t_{\text{факт.}}$		коэффициенты		критерий Фишера, $F_{\text{факт.}}$	
	корреляции, r	детерминации, D			корреляции, R	детерминации, R^2		
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	$X = 103,07Z + 778,7$				

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 $F_{0,05} = 5,79$.

Данные позволяют не безосновательно предположить, что обработка микроудобрением Микрополидок Плюс способствует повышению прибавки урожая льна за счет увеличения показателя количества коробочек (рис. 1).

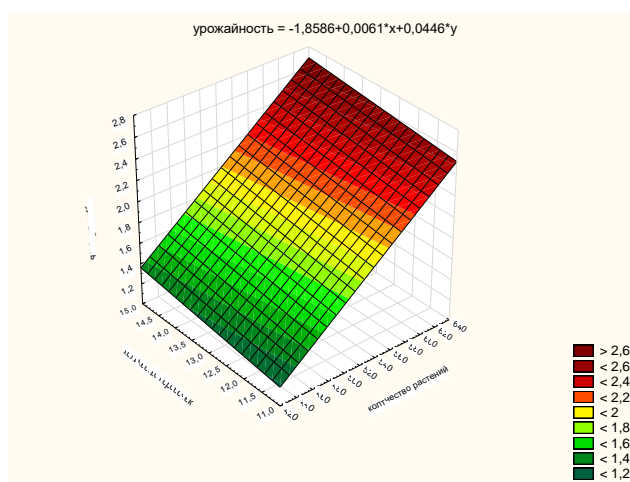


Рисунок 1 – Зависимость урожайности льна с учетом обработки агрохимикатом Микрополидок Плюс

В среднем за годы, по вариантам максимальная масличность варьировала в пределах 40,4-42,6 % и отмечена на варианте с планируемой урожайностью льна масличного 2,0 т/га. Максимальная масличность 42,6 % получена в 2021 году. На лучшем по масличности варианте с планируемой урожайностью 2,0 т/га необходимо внести умеренную дозу $N_{135}K_{30}$. Очевидно, применение повышенного минерального питания, в основном, азотного, приводит к снижению масличности. Обработка посевов льна микроудобрением Микрополидок Плюс в среднем по опыту приводит к увеличению масличности семян на 1,2 %.

4. Урожайность льна масличного в зависимости от предшественника и гербицидов на фоне различных уровней минерального питания

Лён масличный особенно подвержен негативному влиянию сорняков на третьей-четвертой неделе развития (фазы семядолей, «ёлочки» и быстрого роста). Применение гербицидов наиболее эффективно в фазу «ёлочки» льна.

Видовой состав опытного агроценоза льна масличного был разнообразен. Основу среди яровых ранних сорняков составляли марь белая (*Chenopodium album* L.), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit* L.), горец птичий (*Polygonum aviculare* L.), редька дикая (*Raphanus raphanistrum* L.) и торица полевая (*Spergula arvensis* L.). Поздние яровые сорняки были в основном представлены щирицей запрокинутой (*Amaranthus retroflexus* L.) и просом куриным (*Echinochloa crus-galli* L.). Из зимующих сорняков ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.) и пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* L.), а так же трёхреберник непахучий (*Tripleurospermum Inodorum* L.). Среди многолетних сорняков представителями самых вредоносных групп были следующие виды: пырей ползучий (*Elytrigia repens* L.) и тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.) – корневищные сорняки, осот полевой (*Sonchus arvensis* L.) и бодяк полевой (*Cirsium arvense* L.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.) и сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris* R, Br.) – корнеотпрысковые сорняки.

На опытных участках в агроценозах льна ботанические семейства сорняков распределялись следующим образом: Маревые – 17,0%, Яснотковые – 11,1%, Астровые – 10,9%, Капустные – 8,0%, Злаковые – 7,3%, Вьюнковые – 6,9%, Гвоздичные – 6,1%, Хвоцевые – 6,0% и прочие (рис. 2).

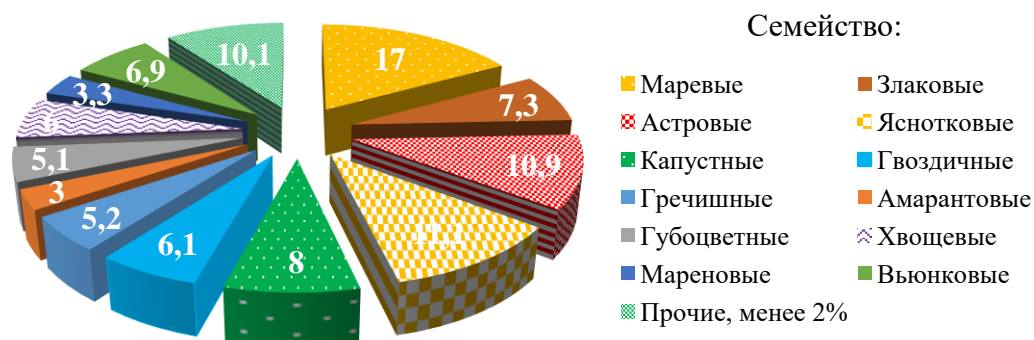


Рисунок 2 – Распределение сорной растительности по семействам в агроценозах льна масличного, %

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.

Увеличение нормы минерального удобрения, наряду с ростом льна масличного, растёт и засорённость посевов. По сравнению с контролем (N₉₅ на планируемый урожай 1,5 т/га) увеличение нормы до N₁₂₅K₃₀ (планируемый урожай 2,0 т/га) увеличивает количество малолетними сорняками в среднем на 5,9 шт./м² (10,6 %); норма N₁₇₅P₂₀K₆₅ (планируемая урожайность 2,5 т/га) даёт

прирост 11,2 шт./м² (20,1 %) и самая высокая норма N₂₁₅P₆₀K₁₀₀ – 18,2 шт./м² (32,7 %). Применение баковых смесей гербицидов устойчиво снижало количество сорняков в посевах льна масличного (рис. 3).

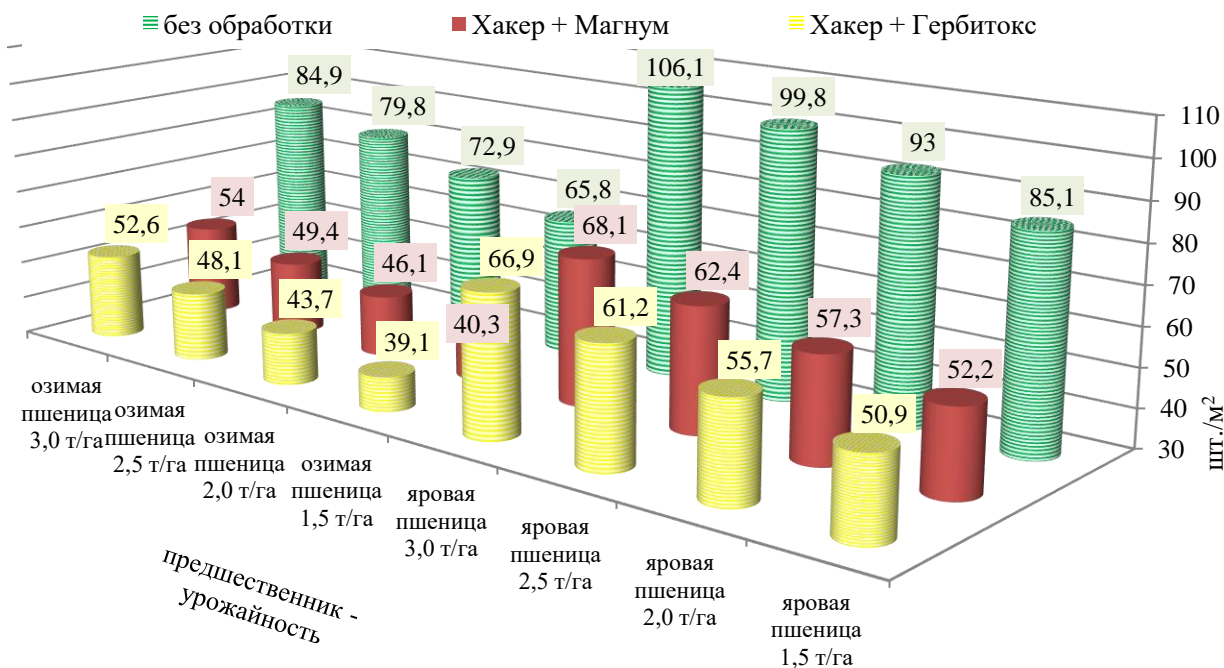


Рисунок 3 – Общая засоренность сорной растительностью в агроценозах льна масличного (шт./м²) в зависимости от изучаемых факторов

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

Лучшее сочетание опытных вариантов по факторам эксперимента при анализе показателей структуры урожая масличной культуры являлось: размещение в севообороте льна после озимой пшеницы, внесение высокой нормы минерального удобрения N₂₁₅P₆₀K₁₀₀, рассчитанной на получение с планируемого урожая 3,0 т/га и обработка посевов смесью гербицидов Хакер ВРГ + Гербитокс ВРК в фазу «ёлочки». В этой комбинации выявлены наиболее высокие средние по опыту показатели элементы структуры урожая льна – 620 растений на 1 м²; высота прикрепления нижних ветвей 33,7 см; 14,5 коробочек на 1 растение и масса 1000 семян, равная 6,0 г.

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

Лучшим предшественником для льна масличного 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 %. По фактору уровня питания лучший вариант выявлен с планируемой урожайностью 2,5 т/га, где была получена средняя по опыту фак-

тическая урожайность 2,09 т/га и прибавка урожая 0,62 т/га (42,2 %). Так же высокая урожайность получена на варианте с планируемой урожайностью 3,0 т/га (2,31 т/га, + 0,84 т/га или 57,1 % к контролю) (табл. 3).

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.

Таблица 3 – Урожайность льна масличного в зависимости от предшественника, гербицидов и уровня питания (т/га), 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 + Магнум	Хакер + Гербитокс		
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		

Выявлено оптимальное сочетание комплексного использования предшественника – озимой пшеницы, внесения минерального удобрения в дозе $N_{215}P_{60}K_{100}$, рассчитанной на получение планируемой урожайности 3,0 т/га и обработки посевов баковой смесью гербицидов Хакер ВРГ, 80 г/га + Гербитокс ВРК, 0,8 л/га в фазе «ёлочки». При таком действии обеспечивается наивысшая средняя по эксперименту урожайность семян льна масличного в 2,65 т/га.

Все уравнения линейной регрессии по взаимосвязи урожайности и массы 1000 семян достоверны (рис. 4).

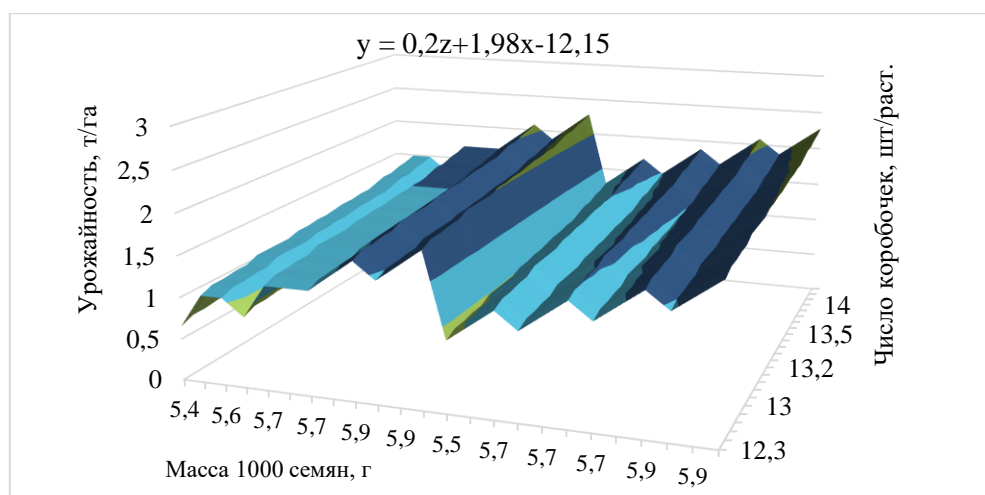


Рисунок 4 – Множественная корреляционно-регрессионная зависимость между урожайностью, массой 1000 семян и числом коробочек льна масличного

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 4 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.

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 различными вариантами в один вариационный ряд, нивелировало влияния сорной растительности на снижение урожайности льна масличного и искажало результаты корреляционно-регрессионного анализа.

На всех уровнях питания взаимосвязь между урожайностью льна масличного и засорённостью обеими группами сорняков является обратной и сильной. 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.

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.

5. Биоэнергетическая и экономическая оценка элементов агротехнологии выращивания льна масличного

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 возделывании масличной культуры. 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.

В первом полевом опыте затраты энергии на производство и внесение препарата Микрополидок Плюс на вариантах второго порядка оказались незначительны, и составили 35,7 МДж/га.

Усреднение коэффициентов энергетической эффективности за все годы исследований (табл. 4) 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).

Таблица 4 – Энергетическая эффективность в полевом опыте с действием различных уровней питания и агрохимиката, среднее 2021-2023гг.

Планируемая урожайность	Обработка Микрополидок Плюс	Фактический урожай льна, 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

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.

Во втором полевом опыте, 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 обработку посевов баковой смесью гербицидов Хакер ВРГ + Гербитокс ВРК, формировало максимальные значения коэффициента энергетической эффективности 2,56-2,79. Наибольший рост показателей энергетической эффективности отмечен при применении различных баковых смесей пестицидов в агроценозах возделываемой культуры в сравнении с необработываемым контролем, средний за все годы исследования прирост коэффициента энергетической эффективности на варианте Хакер ВРГ + Магнум ВДГ составил 33,9 %; на варианте Хакер ВРГ + Гербитокс ВРК – 42,5 %.

По результатам исследований в первом полевом опыте с применением агрохимиката и уровней минерального питания можно констатировать практически равные показатели уровня рентабельности на вариантах с планируемой урожайностью 2,0 т/га и 2,5 т/га (рис. 4).

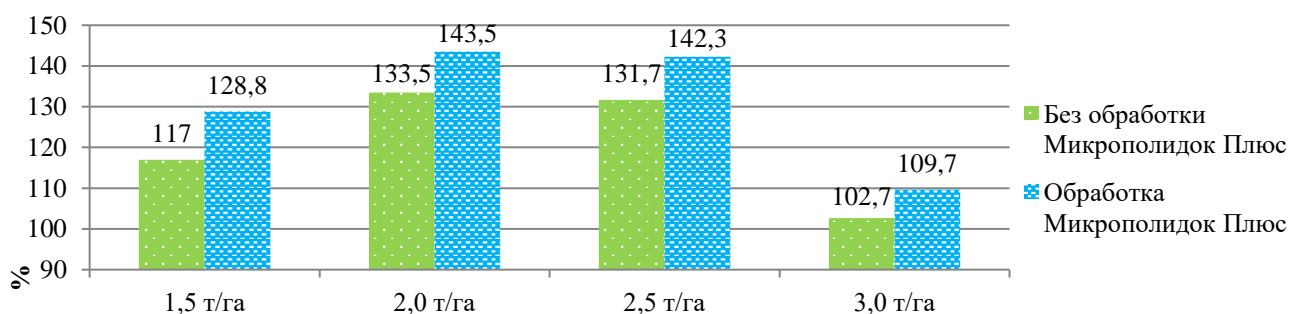


Рисунок 4 – Рентабельность производства (%) льна масличного в зависимости от уровня минерального питания и обработки агрохимикатом

Самый высокий уровень рентабельности здесь отмечен на варианте с планируемой урожайностью 2,0 т/га – 122,0 % и 113,1 % соответственно. Обработка посевов льна масличного микроудобрением Микрополидок Плюс на указанных вариантах увеличивает показатель уровня рентабельности в среднем на 10,0-10,6 %.

При сочетании факторов: озимая пшеница в качестве предшественника для льна масличного и баковая смесь гербицидов Хакер, ВРГ + Гербитокс, ВРК, на варианте с планируемой урожайностью 1,5 т/га уровень рентабельности составил 145,2 %; на варианте с планируемой урожайностью 2,0 т/га был несколько ниже – 144,9 % и на варианте с планируемой урожайностью 2,5 т/га ещё ниже – 142,5%. Самый затратный вариант с планируемой урожайностью 3,0 т/га существенно уступал остальным, показав лишь 120,6 % уровня рентабельности (табл. 5).

Таблица 5 – Рентабельность производства (%) льна масличного в зависимости от предшественника, уровня питания 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 + Магнум	Хакер + Гербитокс		
Яровая пшеница	1,5 т/га	62,0	104,8	120,6	100,3	107,2
	2,0 т/га	68,4	118,4	130,7		113,4
	2,5 т/га	70,9	121,1	132,5		113,8
	3,0 т/га	57,1	103,5	113,2		95,8
Озимая пшеница	1,5 т/га	82,8	127,1	145,2	114,8	
	2,0 т/га	83,7	134,1	144,9		
	2,5 т/га	82,6	133,4	142,5		
	3,0 т/га	66,7	113,6	120,6		
Среднее по С		71,8	119,4	130,0	107,6	

По экономическим показателям оптимальным сочетанием факторов во втором полевом опыте 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 посевов баковой смесью гербицидов Хакер, ВРГ + Гербитокс, ВРК, где 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.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

В условиях интенсификации растениеводческой отрасли существует необходимость в разработке и совершенствовании технологий выращивания высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур, в том числе льна масличного, с применением новой современной техники, внедрением цифровых технологий и перспективных интеллектуальных программ. В дальнейшем, развитие темы предполагается осуществлять с учетом привлечения адаптивных сортов льна масличного, новых пестицидов и агрохимикатов. Данные опытные результаты целесообразно использовать при разработке региональных технологий выращивания масличного льна.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в перечне рецензируемых изданий, из списка рекомендованных ВАК РФ:

1. **Подлипная, А.А.** Влияние сроков посева на урожайность льна масличного в условиях Московской области / А.А. Подлипная, Д.В. Виноградов, Г.Д. Гогмачадзе // АгроЭкоИнфо. – 2023. – № 2(56). – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/2/st_219. DOI 10.51419/202132219.

2. **Подлипная, А.А.** Урожайность льна масличного в зависимости от доз удобрений в условиях Нечерноземной зоны / А.А. Подлипная, Д.В. Виноградов // Известия Дагестанского ГАУ. – 2023. – № 3(19). – С. 48-55. – DOI 10.52671/26867591_2023_3_48.

3. **Подлипная, А.А.** Комплексное использование удобрений в технологии льна масличного в условиях Центрального Нечерноземья / А.А. Подлипная // АгроЭкоИнфо. – 2024. – № 1. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2024/1/st_127. – DOI: <https://doi.org/10.51419/202141127>.

4. **Подлипная, А.А.** Продуктивность льна масличного на фоне расчетных доз минерального питания и применения агрохимиката в условиях Московской области / А.А. Подлипная, Д.В. Виноградов, А.В. Березнов // Плодородие. – 2024. – № 1. – С. 20-22. – DOI: 10.25680/S19948603.2024.136.05. [CA(pt)]

5. **Podlipnaya, A.A.** Productivity of oil flax depending on doses of fertilizers and correlation and statistical analysis of the study factors / A.A. Podlipnaya, D.V. Vinogradov, T.V. Zubkova // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – Том 16. – № 1. – 2024. [Scopus]

Публикации в других изданиях

6. **Подлипная, А.А.** Особенности производства льна масличного в Московской области / А.А. Подлипная, Д.В. Виноградов // Обеспечение устойчивого и биобезопасного развития АПК : Всерос. (национал.) науч.-практич. конф., (г. Нальчик, 27-28 апреля 2022 г.). – Нальчик: ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», 2022. – С. 159-161.

7. **Подлипная, А.А.** Влияние минерального питания и гербицидных обработок на урожайность льна масличного / А.А. Подлипная // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Матер. VI Межд. науч.-практич. конф., (г. Рязань, 23 июня 2022 г.). – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2022. – С. 135-139.

8. **Подлипная, А.А.** Использование некорневых подкормок в технологии выращивания сортов льна масличного / А.А. Подлипная // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий, (г. Рязань, 06 апреля 2023 г.). – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2023. – С. 299-302.

9. **Подлипная, А.А.** Эффективность применения микроудобрения на льне масличном в условиях Московской области / А.А. Подлипная, Д.В. Виноградов // Перспективные научные исследования высшей школы : Матер. Всерос. науч. конф., (г. Рязань, 25 мая 2023 г.). Том Часть I. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2023. – С. 83-85.

10. **Подлипная, А.А.** Использование систем питания в агроценозах льна масличного / А.А. Подлипная, Д.В. Виноградов // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : сб. ст. по матер. XXII Межд. науч.-практич. конф. посвящ. 90-летию со дня рождения проф. Д.И. Мельничука, (г. Горки, 28-29 июня, 2023г.). – Горки : Белорусская ГСХА, 2023. – С.193-195.

11. **Подлипная, А.А.** Оптимизация урожайности льна: анализ сельскохозяйственной культуры и роли удобрений в ее урожайности / И.М. Лебедев, А.А. Соколов, А.А. Подлипная // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: матер. II межд. науч.-практич. конф. (г. Рязань, 21 сентября 2023 г.). – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2023. - С. 181-185.

12. **Подлипная, А.А.** Агробиологические аспекты использования удобрений в технологии производства семян льна масличного в Московской области / А.А. Подлипная, Е.И. Лупова, А.А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: матер. II межд. науч.-практич. конф. (г. Рязань, 21 сентября 2023 г.). – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2023. - С. 115-119.

13. **Подлипная, А.А.** Современные тенденции в применении пестицидов в льноводстве / И.М. Лебедев, А.А. Подлипная, А.А. Соколов // Высокоэффективные технологии в агропромышленном комплексе: III Всерос. науч.-практич. конф. с межд. уч., посвящ. 285-летию со дня рождения Болотова Андрея Тимофеевича и приуроченной к Году педагога и наставника, (г. Елец, 24 октября 2023 года). – Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2023. – С. 66-68.

14. **Подлипная, А.А.** Технология выращивания льна масличного в системе берегающего земледелия / А.А. Подлипная, Д.В. Виноградов // Научно-исследовательские решения высшей школы: матер. студ. науч. конф. (г. Рязань, 26 декабря 2023 г.). – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2023. – С. 159-161.

15. **Подлипная, А.А.** Агрэкологическое испытание сортов льна масличного на различных уровнях минерального питания / А.А. Подлипная // Константиновские чтения: сб. науч. тр. Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ, 2024. С. 127-129.

Патент

16. Патент на изобретение RU 2809953 C1 Способ выращивания льна масличного / **Подлипная А.А.**, Егорова Н.С., Виноградов Д.В., [и др.]; заявл. 23.03.2023; опубл. 19.12.2023. Бюл. №12. - 10 с.: ил.

17. Патент на изобретение RU 2814983 C1 Способ выращивания льна масличного в условиях Московской области / Виноградов Д.В., **Подлипная А.А.**, Голубенко М.И.; заявл. 07.08.2023; опубл. 11.03.2024. Бюл. № 8. - 8 с.: ил.

18. Патент на изобретение RU 2817721 C1 Способ выращивания льна масличного / **Подлипная А.А.**, Виноградов Д.В., Голубенко М.И., Виноградов А.Д.; заявл. 07.08.2023; опубл. 12.03.2024. Бюл. №12.- 10 с.: ил.

*Отпечатано с готового оригинал-макета.
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать лазерная
Усл. печ. л.1.3 Тираж 100 экз. Заказ № 1603
подписано в печать 07.05.2024*

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования*

*«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П. А. Костычева»*

*Отпечатано в издательстве учебной литературы
и учебно-методических пособий*

ФГБОУ ВО РГАТУ

390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1