

На правах рукописи



ЯСТРЕБОВА АЛЕНА ВЛАДИМИРОВНА

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ
И ПРИЁМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ
ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ**

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Ижевск 2023 г.

Диссертационная работа выполнена на кафедре растениеводства, земледелия и селекции федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Удмуртский государственный аграрный университет» в 2020-2023 гг.

Научный руководитель: **Коконов Сергей Иванович**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры растениеводства, земледелия и селекции Удмуртского ГАУ

Официальные оппоненты: **Наумкин Виктор Николаевич**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор агрономического факультета ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина

Кошеляева Ирина Петровна
доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры селекции, семеноводства и биологии растений ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ.

Ведущая организация: Всероссийский научно-исследовательский институт люпина - филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса».

Защита состоится «26» октября 2023 года в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 35.2.043.02 на базе ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ по адресу 426069, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая 11, тел. 8(3412)697198

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

Отзывы в двух экземплярах, заверенные печатью, направлять по адресу: 426069, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая 11, E-mail: nir210@mail.ru

Автореферат разослан « » сентября 2023 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат сельскохозяйственных наук



Рябова Татьяна Николаевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Производство продукции животноводства в Нечерноземной зоне, как и во всей России, находится в прямой зависимости от обеспеченности животных высококачественными объёмистыми и концентрированными кормами [Зотиков В.И., 2018]. Во многих хозяйствах Нечерноземной зоны применение несбалансированных кормов по содержанию кормового белка приводит к их большому перерасходу, что отрицательно влияет на продукцию животноводства и повышает ее себестоимость [Зернобобовые культуры ..., 1989].

Чтобы решить проблему недостатка кормового белка, необходимо постоянно увеличивать его производство. Растительный белок относительно дешевле, чем животный белок. Зернобобовые культуры играют важную роль в пополнении кормов содержанием белка [Дебелый Г. А., 1994]. Для улучшения и пополнения кормовой базы животноводства большое значение имеют культуры с высоким содержанием белка. Одной из таких культур является люпин. Все виды люпина обладают высокой азотфиксирующей способностью среди однолетних бобовых трав, при оптимальном развитии они фиксируют в среднем 160-180 кг/га атмосферного азота. Если проводить обработку семян перед посевом препаратами, такими, как ризоторфин, содержащими в себе эффективные штаммы клубеньковых бактерий, в благоприятных почвенно-климатических условиях, количество усвоенного атмосферного азота увеличивается до 400 кг/га [Гудкова Н. П., 2003].

В зерне люпина содержится большое количество белка (30-40 %), углеводов (до 40 %), минералы, витамины и другие полезные вещества, к тому же люпин узколистый слабо поражается вредителями и болезнями, использование его в севообороте улучшает структуру почвы, обогащает её элементами питания, а также это растение можно использовать не только в качестве кормовой культуры, но и как хороший сидерат [Елисеев С. Л., 2010; Хлопов А.А., 2022].

В то же время для условий рискованного земледелия Среднего Предуралья нет разработанной технологии возделывания люпина узколистного для его интенсивного внедрения в сельскохозяйственное производство. Подготовка семян является одним из факторов повышения продуктивности полевых культур, и особенно для культур с малым распространением, как люпин узколистый. Несмотря на определённую неприхотливость культуры к погодным и эдафическим условиям, подбор сортов является основополагающим фактором получения стабильной урожайности. Малоизученность люпина узколистного в условиях Среднего Предуралья определяет актуальность работы.

Степень разработанности. Изучению сортов и рекомендациям по технологии возделывания люпина в разных почвенно-климатических условиях посвящены работы А. А. Потапова [2010], Е. И. Исаева [2016], Е. А. Дубинкиной [2018], О. Г. Лысенко [2019], В. Л. Бопп [2020], П. А. Агеевой [2022], Наумкмыным В.Н. [2019. 2021], Артюховым А. И. [2008. 2012] и др. В

Предуралье, в частности в Кировской области, была определена зависимость урожайности зерна сортов люпина узколистного от погодных условий И. Д. Сосниной [2006], А. А. Хлоповым [2022]. В Белорусии изучали Л.Б. Неймарк [1989], Наумов А.П. [1996]. В условиях Пермского края С. Л. Елисеев [2008] проводил исследования с целью оценки адаптивных свойств люпина узколистного в одновидовых и смешанных посевах при разных уровнях питания. В Удмуртской Республике А. И. Золоторев [1960] разработал рекомендации по использованию его на зеленое удобрение в севообороте, сортоизучение люпина узколистного проводила Н.И. Касаткина [2014].

Цель и задачи исследований. Цель работы заключается в агроэкологической оценке сортов и разработке технологических приёмов повышения продуктивности люпина узколистного в Среднем Предуралье.

Задачи:

1. Выявить адаптированные сорта люпина узколистного для условий региона, дать оценку их кормовой питательности.
2. Определить продуктивность и кормовую питательность люпина узколистного в зависимости от предпосевной обработки семян и нормы высева.
3. Обосновать продуктивность люпина узколистного структурой урожайности, развитием клубеньковых бактерий и устойчивостью к распространённости корневой гнили.
4. Дать экономическую и агроэнергетическую оценку результатов исследований.

Научная новизна. На основании оценки адаптивности выявлены перспективные для возделывания сорта люпина узколистного в условиях Среднего Предуралья. Установлено влияние разных нормы высева и использование современных препаратов для предпосевной обработки семян на урожайность зерна и кормовую питательность люпина узколистного. Определены распространённость корневой гнили и развитие клубеньковых бактерий в зависимости от нормы высева и предпосевной обработки семян. Определена экономическая и энергетическая оценка агротехнических приёмов возделывания люпина узколистного.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость заключается в получении новых знаний по адаптивности сортов и сортообразцов люпина узколистного по формированию продуктивности за счёт развития азотфиксирующих бактерий и устойчивости к распространённости к корневым гнилям.

На основании комплекса показателей в ходе проведенного исследования выявлено эффективное сочетание оптимальной нормы высева и использование предпосевной обработки семян, способствующих получению высокой продуктивности и питательности зерна люпина узколистного. Полученный экспериментальный материал используется в учебном процессе на агрономическом и зооинженерном факультетах Удмуртского ГАУ при чтении курсов «Кормопроизводство», «Земледелие», «Растениеводство»,

«Приёмы коррекции технологий в растениеводстве», при подготовке учебно-методических пособий, а также для постоянного роста квалификации специалистов агропромышленного комплекса. Даны рекомендации производству для повышения продуктивности люпина узколистного.

Производственное испытание элементов технологии возделывания люпина узколистного провели в ООО «Экоферма «Дубровское» Киясовского района Удмуртской Республики на площади 276 га.

Методология и методы диссертационного исследования. Для исследования использовались постановка полевых опытов и лабораторные исследования. Результаты, полученные при исследованиях, были обработаны методом дисперсионного корреляционно-регрессионного анализа.

Положения, выносимые на защиту:

1. Агроэкологическая оценка сортов и сортообразцов люпина узколистного.
2. Формирование продуктивности люпина узколистного и питательности зерна в зависимости от предпосевной обработки семян и нормы высева.
3. Эффективность внедрения агроценозов люпина узколистного в Среднем Предуралье.

Степень достоверности и апробация работы. Полученные результаты достоверны, и достоверность подтверждена трехлетними исследованиями (2020-2022 гг.) в разные по погодным условиям годам, с применением общепринятых методик и ГОСТов, проведена математическая обработка полученных результатов исследований и соотнесена с результатами исследований других ученых. Результаты проведенных исследований были представлены на международных и национальных (всероссийских) научно-практических конференциях Удмуртского ГАУ (г. Ижевск, 2021-2023 гг.).

Личный вклад автора. Автором разработана программа научных исследований, составлены схемы опытов. В течение трехлетних исследований соискатель изучил и проанализировал источники научной литературы, принимал непосредственное участие в закладке и выполнении полевых и лабораторных опытов. Экспериментальные данные обобщены и проанализированы, оформлены основные выводы, разработаны для производства рекомендации. Публикации к печати по данной теме, подготовлены и были выполнены лично автором или с его участием.

Публикации. Основные положения диссертационной работы опубликованы в семи научных статьях, в том числе три научные статьи в журналах, входящих в перечень ВАК РФ, одна статья в журнале, входящем в базу Scopus.

Структура и объём работы. Диссертация изложена на 120 страницах, состоит из введения, основной части, содержащей 10 рисунков, 26 таблиц, заключения, списка литературы (включает 201 наименований, в том числе десять – на иностранном языке), и шестидесяти приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

В главе представлен аналитический обзор отечественной и зарубежной литературы о значении однолетних бобовых культур, роли сорта в повышение урожайности, нормы высева и предпосевной обработки семян. Наши исследования посвящены изучению адаптивности сортов, влиянию нормы высева и предпосевной обработки семян на продуктивность люпина узколистного.

2 МЕСТО, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Место проведения полевых исследований УНПК-Агротехнопарк ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ, расположенный в восточной части Удмуртской Республики, юго-западной части Воткинского района, в с. Июльское. В лабораториях университета проведены лабораторные исследования.

Почва опытных участков дерново-подзолистая среднесуглинистая со следующей агрохимической характеристикой: пахотный слой почвы характеризовался низким и средним содержанием гумуса (1,8–2,3 %), подвижного фосфора - высокое (193-282), подвижного калия – высокое очень высокое (200-272). Обменная кислотность почвы - от среднекислой до близкой к нейтральной реакцией pH_{KCl} (5,0-5,6).

Метеорологические условия характеризовались неодинаковым температурным режимом и количеством осадков, изменяющимся по периодам вегетации, которые оказали влияние на рост и развитие люпина узколистного. По данным исследований при возделывании люпина узколистного на зерно продолжительность вегетационного периода в среднем составила 87 дней, сумма продолжительных температур 1444,1 °С соответственно. Наиболее высокая среднесуточная температура воздуха 17 °С была в фазе цветения и фазе ветвления культуры. В период формирования надземной массы (стеблевание) температура воздуха составила 17,0 °С, что является оптимальной для данной культуры.

Начало посевных работ характеризовалось благоприятным температурным режимом на среднемноголетнем уровне, количество осадков составило 62,0 мм, это 130 % от нормы. Значения средней температуры воздуха в мае варьировались от +5...+23 °С.

Осадки выпадали неравномерно. Наибольшее количество осадков 20,0 мм выпадало во второй декаде месяца, что способствовало благоприятному росту и развитию люпина узколистного. Среднесуточная температура воздуха в июне была ниже среднего уровня на 1,0 °С, количество осадков составило – 49 мм (78 % от нормы). Максимальная температура воздуха в июне достигала 29,5 °С, минимальная температура опускалась до отметки 2,4 °С. Среднесуточная температура воздуха за июль и август была ниже нормы на

1,9 – 2,2 °С соответственно. Вторая и третья декада июля характеризовались жаркой погодой, что благоприятно сказались на формировании урожайности люпина узколистного. Таким образом, распределение осадков по месяцам было неравномерным – в начале вегетации осадков выпало свыше нормы – до 130 %, июнь – до 78 %, в июле – до 125 %, в августе – до 203 % от нормы.

Опыт 1. Агроэкологическая оценка сортов и сортообразцов люпина узколистного.

1. Ладный (st), 2. Деко, 3. Денлад, 4. Дикаф-14, 5. Немчиновский 846, 6. Фазан, 7. Сортообразец 356-359, 8. Сортообразец 55-09, 9. Сортообразец 58-09, 10. Сортообразец 64-09.

Опыт полевой однофакторный, повторность вариантов шестикратная. Расположение делянок систематическое. Учётная площадь делянок 2 м².

Опыт 2. Продуктивность люпина узколистного в зависимости от предпосевной обработки семян и нормы высева.

Фактор А – предпосевная обработка семян: А₁ – Без обработки (к), А₂ – Инокулянт Ризоторфин (*Rhizobium lupine*) (1 л/т), А₃ – Регулятор роста растений Мелафен (0,005 л/т), А₄ – Комплексное удобрение Agree's Форсаж (2 л/т), А₅ – Фунгицид Максим XL (0,4 л/т), А₆ – Комплексное удобрение Agree's Форсаж (2 л/т) + Регулятор роста растений Мелафен (0,005 л/т), А₇ – Фунгицид Максим XL (0,4 л/т) + Регулятор роста растений Мелафен (0,005 л/т), А₈ – Фунгицид Максим XL (0,4 л/т) + Комплексное удобрение Agree's Форсаж (2 л/т).

Фактор В – норма высева: В₁ – 1,0 млн шт./га, В₂ – 1,2 млн шт./га (к), В₃ – 1,4 млн шт./га. Опыт полевой, двухфакторный. Повторность вариантов четырехкратная, в два яруса, методом расщепленных делянок. Общая площадь делянки – 16 м², учетная площадь делянки – 12 м².

Опыты проводили в соответствии с требованиями общепринятых методик [Доспехов Б. А., 1985; Методические указания по проведению..., 1997]. Для определения агрохимических свойств почв использовались общепринятые методики [Ягодин Б. А., 1987]: гумус – по И. В. Тюрину в модификации ЦИНАО [ГОСТ 26213-91], подвижные соединения фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО [ГОСТ Р 54650-2011]; обменная кислотность (рН солевой вытяжки) – потенциометрическим методом [ГОСТ 26483-91]; гидролитическая кислотность по Каппену – потенциометрическим методом в модификации ЦИНАО [ГОСТ 26212-84]; определение суммы обменных оснований – по методу Каппена – Гильковица [ГОСТ 27821-88]. Фенологические наблюдения - устанавливается дата наступления фазы всходов, ветвление, бутонизация, цветение, образование бобов, восковая спелость [Методика государственного..., 1989]. Определение массы и количества клубеньковых бактерий определялись по методике Посыпанова Г.С. [Методика..., 1983]. Учет урожайности сплошной и пробными снопами для определения биологической урожайности [Методика..., 1985; Методика..., 1989]. Химический состав корма в растительных пробах по общепринятым методикам [Лукашик Н. А., 1964]: общий азот и сырой протеин

– по методу Кьельдаля [ГОСТ 13496.4 - 93]; фосфор [ГОСТ 26657 - 97]; калий [ГОСТ 30504 - 97] [Григорьев Н.Г., 1991]; концентрация обменной энергии в корме – по формуле Аксельсона [Григорьев Н.Г., 1991]. На основе технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур была рассчитана экономическая и энергетическая эффективность [Типовые..., 2002а; Типовые..., 2002б; Типовые..., 2004; Энергетическая..., 2016]. Статистическая обработка результатов исследований проведена по средством дисперсионного анализа, теснота и форма связи – методом корреляционно-регрессивного анализа, изложенным Б. А. Доспеховым [1985]. Обработку результатов исследований проводили на ПК в среде MicrosoftOffice в программе Excel.

Полевой и микрополевой опыты проведены на опытном поле ОП УНПК-Агротехнопарк ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ. Технология возделывания люпина узколистного в опыте соответствует зональным рекомендациям зернобобовых культур [Научные основы ведения..., 2002]. Предшественник – озимая тритикале.

Основную и предпосевную обработку почв выполняли в соответствии с рекомендациями адаптивно-ландшафтной системы земледелия. Осенью после уборки предшественника проводили дискование БДТ-3, культивацию КН-4. Весной с целью закрытия влаги – боронование зяби тяжелыми зубowymi боронами БЗТС-1,0 в два следа. После боронования проводили двойную культивацию с боронованием КПС-4 + БЗСС-1, и КМН-4. Перед посевом люпина узколистного проведено поверхностное внесение комплексного минерального удобрения (нитроаммофоска) в дозе $N_{16}P_{16}K_{16}$. Посев в опыте осуществлялся обычным рядовым способом сеялкой СН-16 на глубину 3-4 см. Подготовка семян, норма высева согласно схеме опыта. После посева проводили прикатывание кольчатыми катками 3-ККШ-6 с целью получения выровненных и дружных всходов. Уход за посевами в опыте производился вручную. Уборку проводили прямым комбайнированием (TERRION SR2010), каждую делянку убирали отдельно, на зерно в фазе восковой спелости зерна.

3 ОЦЕНКА АДАПТИВНОСТИ СОРТОВ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО

Анализ и расчёт адаптивных свойств люпина узколистного проведен по данным Сарапульского государственного сортоиспытательного участка Удмуртской Республики за 2005-2013 гг. Урожайность сортов люпина узколистного за годы исследований имела значительную вариацию. В среднем за анализируемый период относительно высокой продуктивностью 1,26 т з.ед/га отличался сорт Снежеть, что выше продуктивности других изучаемых сортов на 0,22-0,37 т з.ед./га или на 17-29 % (таблица 1).

В результате исследований выявлено, что изучаемые сорта люпина узколистного отличались по продолжительности вегетационного периода от посева до уборочной спелости. Сорт Вектор характеризовался относительно длинным вегетационным периодом 52 дня, что больше на 8-12 дней других

изучаемых сортов. Сорта Кристалл и Снежеть имели наименьшую длину вегетационного периода 40 дней. По устойчивости к полеганию и к засухе, по высоте растений сорта существенно не отличались.

Таблица 1 – Хозяйственно-полезные признаки сортов люпина узколистного

Сорт	Урожайность, т.з.ед/га	Устойчивость к полеганию, балл	Вегетативный период, дней	Высота растений, см	Распространенность корневых гнилей, %	Устойчивость к засухе, балл
Снежеть	1,26	5	40	40	6,3	4
Кристалл	1,04	5	40	39	8,2	4
Вектор	0,97	5	52	40	4,5	5
Фазан	0,89	5	44	42	4,0	4

Корневая гниль поражает всходы люпина и взрослые растения. В результате исследований выявлено, что сорт Кристалл характеризовался наибольшей распространенностью корневых гнилей (8,2 %), наименьшее поражение были у растений сорта Фазан (4,0 %).

Считается, что высокая эффективность отбора в селекции ожидается по признакам, изменчивость которых в большей степени обусловлена генотипом. В исследованиях по изучению сортов люпина узколистного выявлен наибольший вклад в урожайность (92,9 %) факторов внешней среды (рисунок 1).

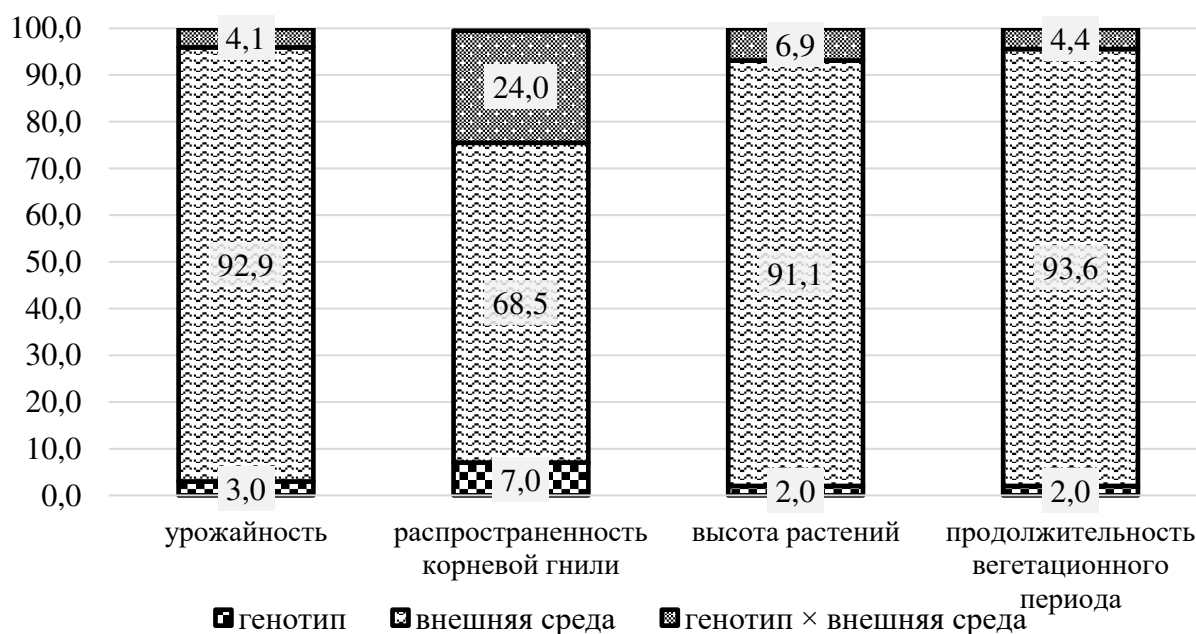


Рисунок 1 - Вклад изучаемых факторов в изменчивость основных количественных признаков люпина узколистного

Доля взаимодействия «генотип × внешняя среда» была незначительной в формировании урожайности зелёной массы (4,1 %), что доказывает значительную вариацию признаков в зависимости от складывающихся условий. Исследованиями выявлен наибольший вклад генотипа (24,0 %) в

распространенность корневых гнилей на растениях люпина узколистного. Следовательно, при выборе сортов люпина узколистного для возделывания в Удмуртской Республике необходимо, в первую очередь, учитывать устойчивость к корневым гнилям и предусмотреть в технологии возделывания инкрустацию семян против возбудителей – грибов из рода *Fusarium*.

Среди изучаемых сортов стрессоустойчивостью характеризовался сорт Снежить, снижение урожайности в неблагоприятных условиях составило 49 % (рисунок 2). Сорт Фазан обладает низкой устойчивостью к изменениям условий, о чём свидетельствует размах урожайности сухого вещества 71 %.

Слабой отзывчивостью на изменение метеорологических и эдафических условий характеризовался сорт Кристалл, коэффициент экологической пластичности ($b_i = 0,60$) меньше 1,0.

Высокой устойчивостью к изменениям агроэкологических условий отличились сорта Снежить и Вектор ($S^2d = 0,05 \dots 0,14$). Сочетание показателей экологической пластичности ($b_i = 0,60$) и фенотипической стабильности ($S^2d = 0,60$) сорта Кристалл свидетельствует о его высоких адаптивных свойствах (таблица 2).

Таблица 2 – Параметры экологической пластичности сортов люпина узколистного

Сорт	Коэффициент экологической пластичности (b_i)	Коэффициент стабильности (S^2d)	Размах урожайности, %
Снежить	2,37	0,14	49
Кристалл	0,60	0,60	59
Вектор	2,28	0,05	62
Фазан	2,76	0,34	71

Таким образом, анализ многолетних результатов сортоизучения в условиях Среднего Предуралья убедительно доказывает значительное влияние на формирование продуктивности люпина узколистного их сортовых особенностей и почвенно-климатических условий региона. Поэтому оценка адаптивности сортов даёт возможность правильного их подбора и эффективного возделывания.

4 АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ И СОРТООБРАЗЦОВ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО

В среднем за три года исследований в условиях Среднего Предуралья относительно урожайными оказались сорта Немчиновский 856 (114,2 г/м²), Денлад (131,1 г/м²), Фазан (130,4 г/м²). Преимущество перед эталонным сортом составило 15,2-32,1 г/м² или 15-32 %. О невысокой адаптивной способности сортов Деко и Дикаф 14 свидетельствует их низкая урожайность зерна (таблица 3). Высокая урожайность сортообразца 55-09, сортообразца 58-09, сортообразца 64-09 – 143,0-157,6 г/м² позволяет сделать вывод об их перспективности.

Таблица 3 - Урожайность сортов и сортообразцов люпина узколистного, г/м²

Сорт	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее	Коэффициент вариации, V (%)
Ладный (к)	72,3	51,9	172,8	99,0	65
Деко	35,9	50,2	145,7	77,3	77
Денлад	109,7	25,2	258,5	131,1	90
Дикаф14	72,4	42,3	155,0	89,9	65
Немчиновский 846	68,4	67,8	206,4	114,2	70
Фазан	60,2	74,7	256,3	130,4	84
Сортообразец 356-359	65,9	70,3	182,1	106,1	62
Сортообразец 55-09	88,3	94,1	290,4	157,6	73
Сортообразец 58-09	88,1	78,8	262,1	143,0	72
Сортообразец 64-09	109,4	74,3	282,8	155,5	72
НСР ₀₅	24,6	8,0	48,5		
Коэффициент вариации, V (%)	62	68	53		

За три года исследований все изучаемые сорта и сортообразцы характеризовались значительной изменчивостью данного признака, коэффициент вариации 62-90 %. Значительная вариация 53-68 % в период исследований в разные годы по погодным условиям подтверждает высокую степень зависимости формирования урожайности зерна от внешних факторов, доказанную при анализе данных Сарапульского ГСУ.

Для выявления влияния условий внешней среды и генотипа на продуктивность сортов люпина узколистного проводился дисперсионный анализ. Выявлена относительно высокая доля влияния абиотических условий 74,3 % на формирование урожайности зерна люпина узколистного, влияние генотипа составляла 12,7 %, на долю сочетания факторов «гибрид - условия» приходится 7,2 % (рисунок 2).

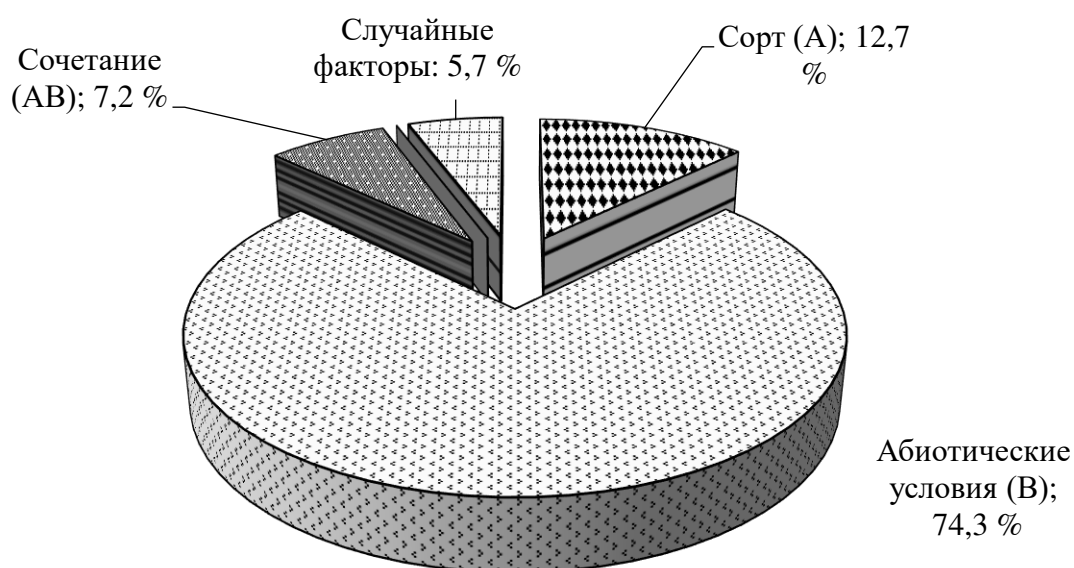


Рисунок 2 - Доля влияния сорта и абиотических условий на урожайность зерна люпина узколистного, % (2020-2022 гг.)

Эффективность отбора в селекции оценивается по изменчивости признаков, которые в большей степени обусловлены генотипом. В исследованиях по изучению сортов люпина узколистного выявлен наибольший вклад (56,3-73,5 %) факторов внешней среды (рисунок 3).

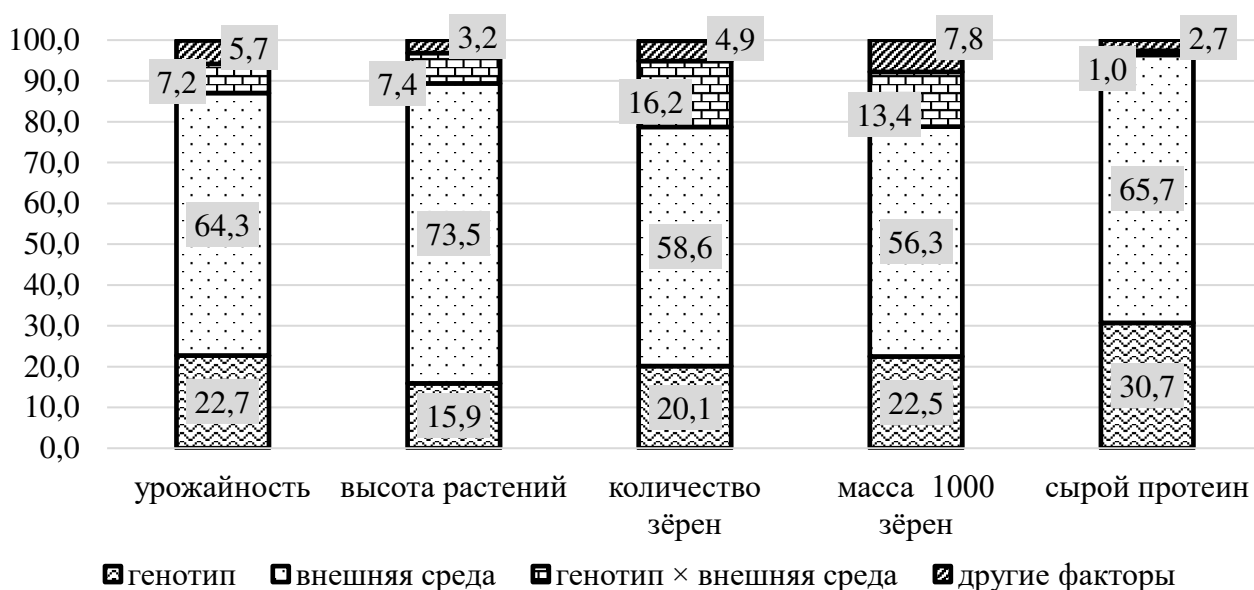


Рисунок 3 - Вклад изучаемых факторов в изменчивость основных количественных признаков люпина узколистного (2020-2022 гг.), %

Выявлена значимая доля влияния 30,7 % генотипа на изменчивость концентрации сырого протеина в зерне сортов и сортообразцов люпина узколистного. Доля взаимодействия «генотип × внешняя среда» была незначительной в формировании урожайности зерна и высоты растений (7,2-7,4 %), что доказывает значительную вариацию признаков в зависимости от складывающихся условий. Относительно высокое консолидированное влияние генотипа и «генотип × внешняя среда» 36,3-36,9 % отмечено на формирование количества зёрен и массу 1000 зёрен.

Таким образом, следует отметить, что сорта Денлад и Фазан в условиях Среднего Предуралья являются высокопродуктивными, о чём свидетельствует урожайность зерна 130,4-131,1 г/м², выход обменной энергии 16,6-16,9 МДж/м² и сбор сырого протеина 41,3-41,7 г/м² и могут быть предложены для использования в производстве. Сортообразец 55-09, сортообразец 58-09, сортообразец 64-09 являются перспективными для дальнейшего селекционного процесса.

4 ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН И НОРМЫ ВЫСЕВА

Исследованиями доказано влияние на формирование продуктивности люпина узколистного изучаемых факторов. В 2020 г. урожайность люпина

узколистного в зависимости от предпосевной обработки семян существенно увеличилась до 0,89-1,16 т/га, что на 0,20-0,47 т/га или на 29-68 % больше, чем при посеве без обработки семян, кроме варианта с протравливанием семян, при НСР₀₅ главных эффектов фактора А = 0,07 т/га (таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность зерна люпина узколистного в зависимости от предпосевной обработки семян и нормы высева, т/га

Предпосевная обработка семян (А)		Норма высева (В)	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее	Сбор сырого протеина
Без обработки (к)		1,0	0,58	0,66	1,30	0,85	0,26
		1,2 (к)	0,69	0,81	1,50	1,00	0,29
		1,4	0,81	0,94	1,48	1,08	0,34
		Среднее	0,69	0,80	1,43	0,97	0,29
Инокулянт Ризоторфин		1,0	0,68	0,79	1,75	1,07	0,31
		1,2 (к)	0,87	0,99	1,81	1,22	0,39
		1,4	1,11	1,02	1,67	1,27	0,41
		Среднее	0,89	0,93	1,74	1,19	0,37
Регулятор роста растения Мелафен		1,0	0,75	0,85	1,85	1,15	0,36
		1,2 (к)	1,05	1,06	2,09	1,40	0,41
		1,4	1,33	1,09	1,97	1,46	0,45
		Среднее	1,05	1,00	1,97	1,34	0,40
Комплексное удобрение Agree's Форсаж		1,0	0,99	0,99	2,07	1,35	0,43
		1,2 (к)	1,24	1,25	2,86	1,78	0,57
		1,4	1,25	1,38	2,25	1,63	0,52
		Среднее	1,16	1,20	2,39	1,58	0,51
Фунгицид МаксимXL		1,0	0,60	0,77	1,68	1,02	0,31
		1,2 (к)	0,82	1,00	1,76	1,19	0,36
		1,4	0,83	1,09	1,89	1,27	0,38
		Среднее	0,75	0,95	1,78	1,16	0,35
Комплексное удобрение + Регулятор роста растения		1,0	0,99	1,04	2,44	1,49	0,48
		1,2 (к)	1,19	1,32	2,51	1,67	0,55
		1,4	1,30	1,41	2,43	1,71	0,55
		Среднее	1,16	1,25	2,46	1,62	0,53
Фунгицид + Регулятор роста растения		1,0	0,73	0,98	1,80	1,17	0,36
		1,2 (к)	0,86	1,26	2,16	1,43	0,43
		1,4	1,14	1,29	2,09	1,51	0,45
		Среднее	0,91	1,18	2,02	1,37	0,42
Фунгицид + комплексное удобрение		1,0	0,74	0,92	2,11	1,26	0,40
		1,2 (к)	0,93	1,13	2,86	1,64	0,53
		1,4	1,12	1,28	2,80	1,73	0,55
		Среднее	0,93	1,11	2,59	1,54	0,49
Среднее		1,0	0,58	0,87	1,87	1,11	0,36
		1,2 (к)	0,69	1,10	2,19	1,33	0,44
		1,4	0,81	1,19	2,07	1,36	0,46
		Среднее	0,69	1,05	2,05	1,26	0,42
НСР ₀₅ =	частных различий	А	0,12	0,05	0,36		0,04
		В	0,14	0,04	0,38		0,05
	главных эффектов	А	0,07	0,03	0,21		0,02
		В	0,05	0,01	0,13		0,02

Включение в технологию возделывания обработки семян перед посевом комплексного удобрения Agree's Форсаж и смеси из комплексного удобрения с регулятором роста растения способствовали увеличению урожайности зерна люпина узколистного до 1,16 т/га, что существенно выше на 0,11-0,27 т/га или на 10-30 больше, чем другие применяемые препараты для предпосевной обработки семян при НСР₀₅ главных эффектов фактора А = 0,07 т/га. Посев нормой высева 1,4 млн шт./га всхожих семян способствовал формированию урожайности зерна на 0,12 т/га больше, чем при посеве 1,2 млн при НСР₀₅ главных эффектов фактора В = 0,05 т/га. В 2021 г. урожайность в варианте без обработки семян люпина узколистного была 0,80 т/га. Предпосевная обработка семян способствовало существенному увеличению её до 0,93-1,25 т/га при НСР₀₅ главных эффектов фактора А = 0,03 т/га. При предпосевной обработке семян комплексным удобрением Agree's Форсаж совместно с регулятором роста урожайность составила 1,25 т/га, что выше контрольного варианта на 0,45 т/га. При обработке семян комплексным удобрением Agree's Форсаж урожайность - 1,20 т/га, что выше контрольного варианта на 0,40 т/га. При обработке семян фунгицидом Максим + регулятором роста растения Мелафен, фунгицидом Максим + комплексным удобрением Agree's Форсаж, урожайность - 1,18 т/га и 1,11 соответственно, что выше контрольного варианта на 0,37 т/га и 0,31 т/га при НСР₀₅ главных эффектов фактора А = 0,03 т/га. В 2022 г. урожайность в контрольном варианте (без обработки семян) люпина узколистного составила 1,43 т/га. Все приёмы предпосевной обработки семян способствовали существенному увеличению урожайности зерна на 0,31-1,16 т/га или на 22-81 % относительно урожайности при посеве без обработки семян при НСР₀₅ главных эффектов фактора А = 0,21 т/га. Наибольшую урожайность зерна 2,86 т/га люпин узколистный сформировал при обработке семян перед посевом комплексным удобрением и его совместным применением с фунгицидами и посеве нормой 1,2 млн шт./га всхожих семян, что существенно выше, чем в других изучаемых вариантах при НСР₀₅ частных различий фактора А = 0,36 т/га.

Исследованиями доказана, что предпосевная обработка семян комплексным удобрениям, регулятором роста растений, фунгицидом и инокуляция повышают сбор сырого протеина. Прибавка 0,05-0,23 т/га существенна при НСР₀₅ главных эффектов фактора А = 0,02 т/га. Максимальный сбор сырого протеина 0,52-0,57 т/га обеспечила предпосевная обработка семян комплексным удобрением Agree's Форсаж и его применение совместно с регулятором роста растений и фунгицидом и посев нормой 1,2-1,4 млн шт./га всхожих семян, что существенно выше сбора сырого протеина в других вариантах при НСР₀₅ частных различий фактора А = 0,05 т/га.

Таким образом, в среднем за три года исследований различных способов предпосевной обработки семян люпина узколистного и нормы высева установлено, что наибольшая урожайность 1,78 т/га и сбор сурого протеина 0,57 т/га формируется при обработке семян комплексным удобрением Agree's Форсаж и посеве нормой 1,2 млн шт./га всхожих семян.

Исследования распространенности корневых гнилей на люпине узколистном показали эффективность приёмов предпосевной обработки семян при формировании продуктивности. В 2020 г. на распространённость корневых гнилей значимое влияние оказало включение в технологию возделывания протравливание семян препаратом Максим XL. Его применение снизило распространённость корневых гнилей до 4,2-4,3 %, чем в варианте с посевом не обработанными семенами и вариантах с инокуляцией и обработкой комплексным удобрением и регулятором роста растений (11,5-12,8 %). В 2021 г. распространённость корневых гнилей было значимо ниже относительно её в 2020 или 2022 гг. Применение химического препарата для подавления патогенной микрофлоры способствовало снижению распространённости болезни до 0,4-0,7 %, против 2,3-5,2 % в других изучаемых вариантах. В 2022 г. в условиях с достаточной увлажнённостью распространение гельминтоспориозно-фузариозной корневой гнили было относительно выше. Максимальное его проявление выявлено в вариантах без обработки семян – 12,3 %, с инокуляцией семян Ризоторфином – 12,7 %, с обработкой комплексным удобрением Agree's Форсаж – 12,9 %.

В среднем за три года исследований необходимо отметить, что по вариантам опыта распространённость корневых гнилей было менее 10 %. Фунгицид с регулятором роста растений, фунгицид с комплексным удобрением по эффективности (1,9-2,7 %) не уступали варианту с обработкой фунгицидом (таблица 5).

Исследованиями развития клубеньков в 2020 г. установлено, что все препараты предпосевной обработки семян способствовали благоприятными развитию клубеньковых бактерий на корневой системе люпина узколистного, о чём свидетельствует существенное увеличение количества клубеньков на корнях до 467,6-1022,2 шт./м², кроме протравливания семян, при НСР₀₅ главных эффектов фактора А = 76,5 шт./м². Инокуляция семян Ризоторфином (*Rhizobium lupini*) и предпосевная комплексное удобрение Agree's Форсаж обеспечила формирование существенно большего количества популяций ризобий 964,4-1022,2 шт./м² относительно всех других изучаемых вариантов.

В 2021 г. количество клубеньков на корнях люпина узколистного в зависимости от предпосевной обработки семян и нормы высева сформировалось от 300,6 шт./м² до 1161,0 шт./м². При использовании инокулянта Ризоторфин количество клубеньков 1013,3 шт./м², что существенно выше популяций ризобий в других вариантах на 118,3-634,8 шт./м², кроме варианта с применением комплексного удобрения, при НСР₀₅ главных эффектов фактора А = 61,9 шт./м². При использовании протравливания семян популяций ризобия на корнях растений были равными их количеству в посевах без подготовки семян. Исследуемые нормы высева в опыте показали существенную разницу при посеве 1,4 млн шт./га количество клубеньковых бактерий увеличилась на 218,2 шт./м² по сравнению с контрольным вариантом при НСР₀₅ главных эффектов фактора В = 21,9 шт./м².

Таблица 5 – Развитие клубеньков и распространенность корневых гнилей на корнях люпина узколистного в зависимости от предпосевной обработки семян и нормы высева

Предпосевная обработка семян (А)	Норма высева (В)	Распространенность корневых гнилей, %	Количество клубеньков, шт./м ²	Масса клубеньков, г/м ²
Без обработки (к)	1,0	9,9	395,3	16,3
	1,2 (к)	9,7	472,8	19,1
	1,4	10,0	489,4	20,5
	Среднее	9,9	452,5	18,6
Инокулянт Ризоторфин	1,0	10,1	970,9	18,8
	1,2 (к)	10,2	1115,0	22,4
	1,4	9,2	1185,1	25,3
	Среднее	9,8	1090,4	22,2
Регулятор роста растения Мелафен	1,0	8,2	509,6	19,7
	1,2 (к)	9,5	617,2	20,7
	1,4	9,3	659,3	22,1
	Среднее	9,0	595,3	20,8
Комплексное удобрение Agree's Форсаж	1,0	9,7	888,0	20,3
	1,2 (к)	10,0	1042,9	23,2
	1,4	9,6	1126,7	25,9
	Среднее	9,8	1019,2	23,1
Фунгицид Максим XL	1,0	3,5	447,5	17,6
	1,2 (к)	1,5	505,0	21,0
	1,4	3,4	540,4	22,0
	Среднее	2,8	497,6	20,2
Комплексное удобрение + Регулятор роста растения	1,0	7,9	812,6	21,4
	1,2 (к)	8,5	947,1	23,4
	1,4	8,8	1016,6	26,2
	Среднее	8,4	925,4	23,7
Фунгицид + Регулятор роста растения	1,0	2,1	535,0	20,4
	1,2 (к)	2,3	647,2	27,2
	1,4	1,3	643,0	25,4
	Среднее	1,9	608,4	24,3
Фунгицид + комплексное удобрение	1,0	3,6	572,4	19,1
	1,2 (к)	2,5	738,9	26,6
	1,4	1,9	746,5	26,2
	Среднее	2,7	685,9	24,0
Среднее	1,0	6,9	641,4	19,2
	1,2 (к)	6,8	760,8	23,0
	1,4	6,7	800,9	24,2

В 2022 г. количество клубеньков на корнях люпина узколистного в зависимости от предпосевной обработки семян и нормы высева имело высокую изменчивость. Обработанные перед посевом семена ризоторфином

сформировали количество клубеньков существенно выше по сравнению с контрольным вариантом (без обработки) на 696,7 шт./м², при обработке комплексным удобрением Agree's Форсаж – на 461,8 шт./м², использование фунгицида + комплексное удобрение – на 306,2 шт./м² при НСР₀₅ главных эффектов фактора А = 80,5 шт./м². В 2020-2022 гг. исследований изучение развития клубеньковых бактерий позволяет сделать заключение о благоприятных условиях формирования клубеньковых бактерий при инокуляции и обработке комплексными удобрениями (1019,2-1090,4 шт./м²).

Можно сделать заключение, что в среднем за три года исследований инокуляция, предпосевная обработка семян комплексными удобрениями, регулятором роста растений и совместное их применение в том числе и с протравителем, посев нормой 1,2-1,4 млн шт./га всхожих семян создает благоприятные условия развитию популяций ризобий и формированию клубеньков с наибольшей массой.

Проведенный корреляционный анализ обнаружил тесную корреляционную связь с полевой всхожестью ($r = 0,72 \pm 0,07$), с количеством семян на растении ($r = 0,77 \pm 0,07$), с массой 1000 зёрен ($r = 0,80 \pm 0,06$), с массой клубеньков ($r = 0,71 \pm 0,07$) (таблица 6). Предпосевная обработка семян и норма высева способствовала средней корреляции урожайности с выживаемостью растений в период вегетации ($r = 0,44 \pm 0,09$) и количеством клубеньков ($r = 0,58 \pm 0,08$).

Таблица 6 – Результаты корреляционного анализа между урожайностью и её структурой, распространённостью корневой гнили, развитием клубеньков (2020-2022 гг.)

Анализируемая пара	Коэффициент		Уравнение регрессии
	корреляции ($r \pm S_r$)	детерминации и (d_{xy})	
Урожайность – полевая всхожесть	0,72±0,07 *	0,52	$y = 8,4096x + 66,207$
Урожайность – выживаемость растений в период вегетации	0,44±0,09 *	0,20	$y = 4,8888x + 78,692$
Урожайность – количество растений	0,16±0,10	0,03	$y = 3,1644x + 69,787$
Урожайность – количество семян на растении	0,77±0,07 *	0,59	$y = 6,4336x + 5,0912$
Урожайность – масса 1000 зёрен	0,80±0,06 *	0,65	$y = 23,89x + 106,23$
Урожайность – распространённость корневой гнили	-0,08±0,10	0,01	$y = -0,6962x + 7,354$
Урожайность – количество клубеньков	0,58±0,08 *	0,33	$y = 267,2x + 374,22$
Урожайность – масса клубеньков	0,71±0,07*	0,50	$y = 4,6705x + 15,897$

Примечание: * - существенно на 5%-ном уровне значимости

Таким образом, проведенный корреляционный анализ позволил выявить, что характер и направленность связей между урожайностью и элементами её структуры, распространенностью корневой гнили, развитием клубеньковых бактерий подвержены влиянию предпосевной обработки семян и нормы высева. Наибольший вклад 65 % в изменчивость урожайности зерна люпина узколистного в зависимости от изучаемых факторов вносила масса 1000 зёрен ($d_{xy} = 0,65$).

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И АГРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Невысокая урожайность зерна сортов формировала высокую себестоимость полученного зерна. Самая высокая себестоимость зерна 26 тыс. руб./т было у сорта Деко. Исследования показали, что при урожайности менее 1 т/га производство люпина узколистного не рентабельно. Возделывание сортов Денлад и Фазан с урожайностью 1,30-1,31 т/га обеспечивает уровень рентабельности 32-33 %

Изучаемые технологические приёмы возделывания люпина узколистного в зависимости от предпосевной обработки семян и нормы высева, уровень рентабельности варьировалась от 3 до 79 %, что говорит об их эффективности в технологии возделывания люпина узколистного. За три года обработка комплексным удобрением Agree's Форсаж, при норме высева 1,2 млн (урожайность 1,78 т/га), комплексным удобрением + регулятором роста растения, при норме высева 1,2 млн (урожайность 1,67 т/га), фунгицидом + комплексным удобрением, при норме высева 1,2 млн (урожайность 1,64 т/га), повышение урожайности люпина узколистного за счет предпосевной обработки семян способствовало увеличению уровня рентабельности до 65-79 % и снижению себестоимости зерна на 7463-8438 руб./т.

В среднем за три года при возделывании люпина узколистного в зависимости от предпосевной обработки семян и нормы высева возрастают затраты энергии на их производство, однако они окупаются за счет получения большой продуктивности, что доказывает коэффициент энергетической эффективности, у контрольного варианта она составила 0,98, при обработке семян комплексным удобрением Agree's Форсаж - 1,31, комплексным удобрением + регулятором роста растения - 1,20, а также при обработке Фунгицид + комплексное удобрение, коэффициент эффективности составил 1,18, что говорит об эффективности использования данных вариантов в опыте на 0,32%, 0,22% и 0,20 % по сравнению с контрольным вариантом.

Производственное испытание технологии возделывания люпина узколистного проводили в ООО «Экоферма «Дубровское» Киясвоского района Удмуртской Республике. При посевенормой высева 1,2 млн шт./га всхожих семян на площади 276 га получена урожайность зерна 1,80 т/га. Акт внедрения результатов исследований подписан и утвержден руководителем хозяйства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании трехлетних исследований можно сделать следующее заключение:

1. В условиях Среднего Предуралья слабой отзывчивостью на изменение метеорологических и эдафических условия характеризовался сорт Кристалл, коэффициент экологической пластичности ($b_i = 0,60$). Высокой адаптивностью отличились сорта Немчиновский 856, Денлад, Фазан, сформировав наибольшую урожайность зерна 114,2-131,1 г/м² и обеспечив высокий сбор сырого протеина 36,0-46,3 г/м².

2. Доказана эффективность предпосевной обработки семян люпина узколистного инокулянтном Ризоторфин (*Rhizobium lupini*), регулятором роста растения Мелафен, комплексным удобрением Agree's Форсаж, фунгицидом-протравителем Максим XL, комплексным удобрением совместно с регулятором роста растения, фунгицидом совместно с регулятором роста растения и фунгицид совместно с комплексным удобрением, которая выразилась в повышении урожайности зерна на 0,19-0,67 т/га (1,16-1,62 т/га) или 20-67 % относительно урожайности, полученной без обработки семян.

3. Наибольшую урожайность зерна 1,78 т/га, выход обменной энергии 23,1 ГДж/га и сбор сырого протеина 0,57 т/га люпин узколистный сформировал при обработке семян комплексным удобрением Agree's Форсаж и посеве нормой 1,2 млн шт./га всхожих семян.

4. Формирование продуктивности – сложный процесс, который имел тесную корреляционную связь ($r = 0,72 \pm 0,07$) с полевой всхожестью, ($r = 0,77 \pm 0,07$) с количеством семян на растении, ($r = 0,80 \pm 0,06$) с массой 1000 зёрен, ($r = 0,71 \pm 0,07$) с массой клубеньков. Предпосевная обработка семян и норма высева способствовали средней корреляции урожайности с выживаемостью растений в период вегетации ($r = 0,44 \pm 0,09$) и количеством клубеньков ($r = 0,58 \pm 0,08$).

5. Исследования показали, что при урожайности менее 1 т/га производство люпина узколистного не рентабельно. Возделывание сортов Денлад и Фазан с урожайностью 1,30-1,31 т/га обеспечивает уровень рентабельности 32-33 %. Следует отметить, что затраты на получение такой продуктивности не окупаются, коэффициент энергетической эффективности 0,96-0,97.

6. Изучаемые технологические приёмы повышения урожайности являются эффективными, о чём свидетельствует уровень рентабельности 24-79 %. Предпосевная обработка семян комплексным удобрением Agree's Форсаж и посев нормой высева 1,2 млн шт./га всхожих семян обеспечивает высокую рентабельность 79 % производства зерна люпина узколистного с наименьшей себестоимостью 11,48 руб./кг и наибольшим коэффициентом энергетической эффективности 1,31.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

В земледелии Среднего Предуралья на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве рекомендовать возделывать сорта люпина узколистного Кристалл, Денлад, Немчиновский 856, Фазан.

Перед посевом проводить обработку семян инокулянтом Ризоторфин (*Rhizobium lupini*), комплексным удобрением Agree's Форсаж, регулятором роста растений Мелафен, фунгицидом или их смесями. Для получения высокой рентабельности семена обработать комплексным удобрением Agree's Форсаж нормой расхода 3 л/т семян, использовать норму высева 1,2 млн всхожих семян на 1 га.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ

1. **Ястребова А.В.** Коконов С.И., Меднов А.В., Рябова Т.Н., Мильчакова А.В. Агробиологическая оценка сортов и сортообразцов люпина узколистного (*Lupinus angustifolius*) в условиях Удмуртской Республики // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2021. № 4 (67). С. 79-82.

2. Рябова Т.Н., **Ястребова А.В.**, Коконов С.И. Формирование урожайности зерна люпина узколистного в зависимости от предпосевной обработки семян и нормы высева [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. 2023. № 4. Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/4/st_421.pdf, <https://doi.org/10.51419/2021134421>

3. Рябова Т.Н., **Ястребова А.В.**, Коконов С.И., Мильчакова А.В. Кормовая продуктивность люпина узколистного в зависимости от предпосевной обработки семян и нормы высева // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 3 (75). С. 4-10.

Статьи в журналах, рекомендованных Scopus

4. Kokonov S.I. Ryabova T.N., Babaytseva T.A., **Yastrebova A.V.** Agrobiological evaluation of narrow-leaved lupin varieties in the conditions of the middle Urals. В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Сер. "International Scientific and Practical Conference: Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad, DAICRA 2021". 2022. С. 012117.

Статьи в журналах, тематических сборниках и материалах конференций

5. **Ястребова А.В.** Рябова Т.Н., Мильчакова А.В., Коконов С.И. Адаптивные свойства люпина узколистного в зависимости от предпосевной обработки семян и нормы высева /Ястребова А.В. В сборнике: Теория и практика адаптивной селекции растений. Материалы Национальной научно-практической конференции. Ижевск, 2022. С. 115-118.

6. **Ястребова А.В.** Коконов С.И. Люпин узколистный в кормопроизводстве. В сборнике: Аграрное образование и наука - в развитии животноводства. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию заслуженного работника сельского хозяйства РФ, почетного работника ВПО РФ, лауреата государственной премии УР, ректора ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Любимова Александра Ивановича. В 2-х томах. 2020. С. 243-247.

7. **Ястребова А.В.** Коконов С.И., Рябова Т.Н. Сравнительная оценка адаптивных свойств и эффективность возделывания сортов люпина узколистного // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 4 (64). С. 12-19.