

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 азотофиксирующей 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 Белоруссии 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).

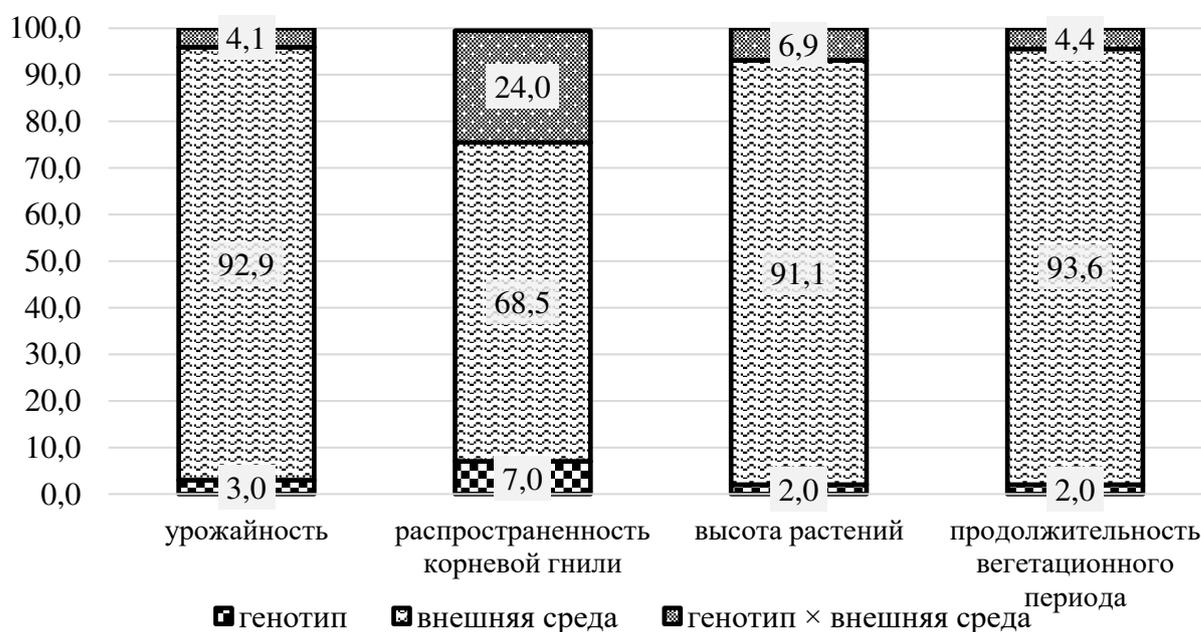


Рисунок 1 - Вклад изучаемых факторов в изменчивость основных количественных признаков люпина узколистного

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).

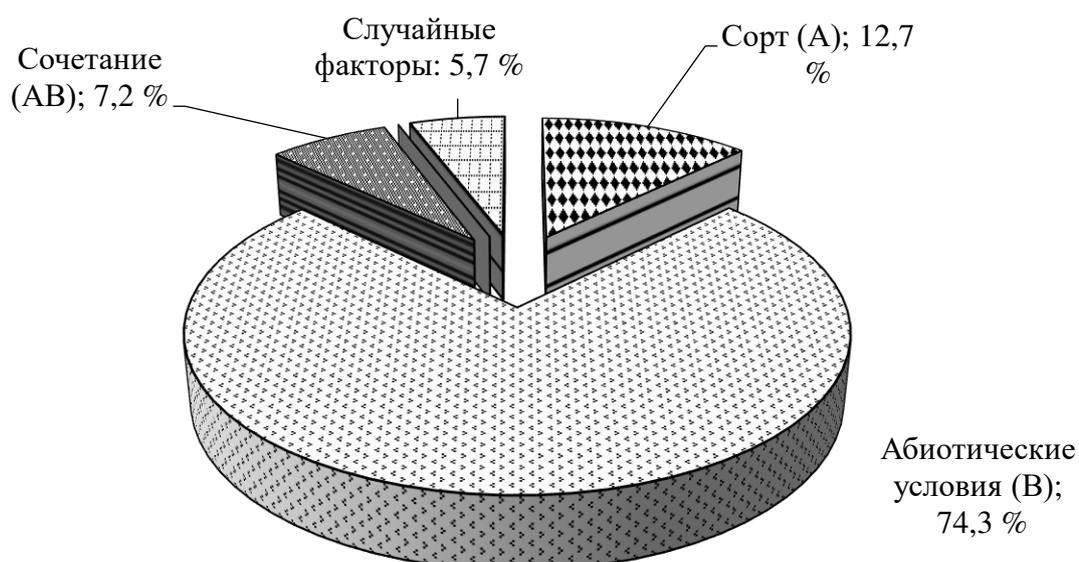


Рисунок 2 - Доля влияния сорта и абиотических условий на урожайность зерна люпина узколистного, % (2020-2022 гг.)

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).

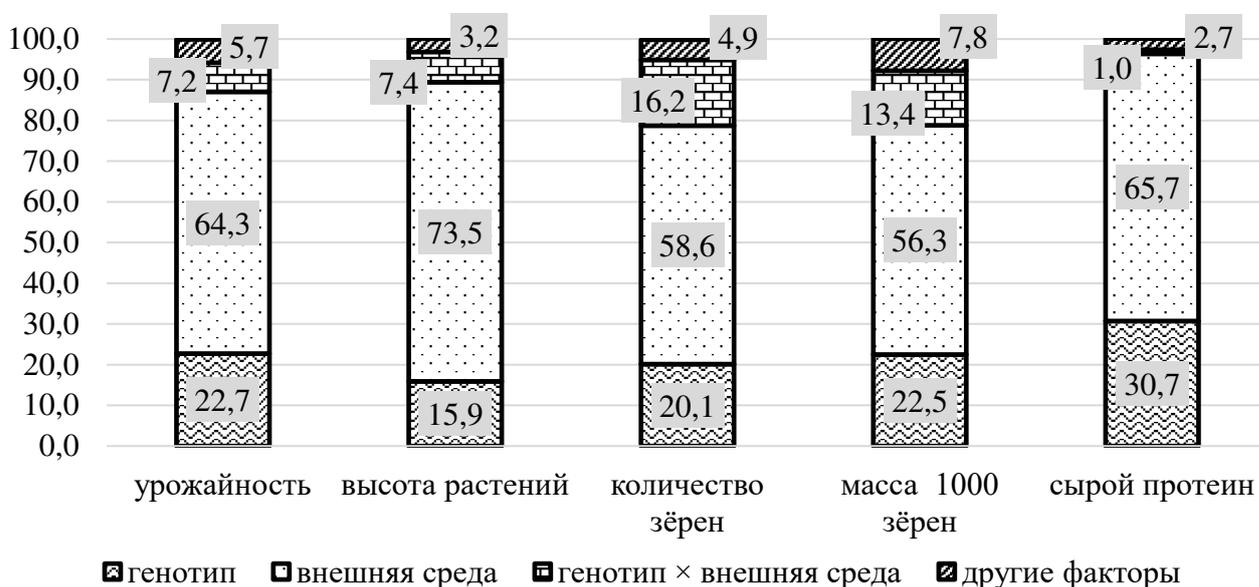


Рисунок 3 - Вклад изучаемых факторов в изменчивость основных количественных признаков люпина узколистного (2020-2022 гг.), %

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 узколистом 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 (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 инокулянтom 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.