

На правах рукописи



Куренская Ольга Юрьевна

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЮПИНА В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ
ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Воронеж – 2016

Диссертационная работа выполнена на кафедре растениеводства, селекции и овощеводства Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина» в 2013-2015 гг.

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, селекции и овощеводства ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ **Наумкин Виктор Николаевич**

Официальные оппоненты: **Кобозева Тамара Петровна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, кафедра эксплуатации машинно-тракторного парка и высокие технологии в растениеводстве, профессор

Петрова Светлана Николаевна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, институт профессиональной переподготовки и повышения квалификации ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, директор

Ведущая организация: ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур

Защита диссертации состоится 8 июня 2016 года в 10⁰⁰ часов в ауд. 268 на заседании диссертационного совета Д 220.010.03 при ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ по адресу: 394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1. Тел. /факс (473) 253-86-51, E-mail: biolog2011@rambler.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ: <http://ds.vsau.ru>, с авторефератом – на сайтах ВАК Министерства образования и науки РФ: <http://vak3.ed.gov.ru> и ФГБОУ ВО Воронежского ГАУ: <http://ds.vsau.ru>

Автореферат разослан и размещен на сайтах «07» апреля 2016 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор сельскохозяйственных наук



Ващенко Татьяна Григорьевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Важными проблемами современного агропромышленного комплекса Центрально-Черноземного региона Российской Федерации являются дефицит растительного белка в рационах сельскохозяйственных животных, а также восстановление и поддержание почвенного плодородия. Решение этих проблем тесно связано с возделыванием зерновых бобовых культур, и прежде всего люпина – высокобелковой зернофуражной средообразующей культуры (В.Н. Наумкин, Л.А. Наумкина, В.А. Сергеева, 2008; В. Н. Наумкин, Л.А. Наумкина, О.Д. Мещеряков и др., 2012).

Люпин – ценная зерновая бобовая культура, отличающаяся высокими кормовыми достоинствами, относительно низкой энергоемкостью при возделывании и высокой азотфиксирующей способностью (В.Н. Наумкин, О.Д. Мещеряков, А.А. Муравьев и др., 2012; А.А. Муравьев, В.Н. Наумкин, Л.А. Наумкина, 2013). Поэтому эффективное использование люпина как резерва увеличения производства высокобелковых кормов и повышения плодородия почвы послужит интенсивному развитию кормопроизводства и земледелия Центрально-Черноземного региона. Расширение посевных площадей под люпином в регионе во многом зависит от совершенствования элементов технологии возделывания культуры, особенно эффективного научно обоснованного применения макро- и микроудобрений, а также от успехов внедрения новых высокопродуктивных сортов. Определение отзывчивости люпина на минеральные удобрения и обоснование эффективности их использования, подбор для местных почвенно-климатических условий региона наиболее адаптивных, засухоустойчивых и высокоурожайных сортов культуры определяют актуальность наших исследований.

Степень разработанности темы. В условиях Центрально-Черноземного региона изучению реакции сортов люпина на абиотические факторы, влиянию инокуляции семян, минеральных удобрений и регуляторов роста на урожайность культуры посвящены работы В.А. Сергеевой (2009), О.Д. Мещерякова (2012), А.А. Муравьева (2013). Однако не исследована устойчивость новых сортов люпина узколистного и белого к засушливым условиям региона. В отношении действия минеральных удобрений на формирование урожая семян люпина получены противоречивые результаты, а отзывчивость люпина белого на хелатные микроудобрения в регионе не изучена.

Поэтому проведение научных исследований, связанных с определением реакции люпина на основные факторы среды, а также применением эффективных видов минеральных удобрений в сочетании с микроэлементами, позволит в условиях региона повысить урожаи культуры и сборы белка с единицы площади.

Цель исследований – оптимизация элементов технологии возделывания люпина в условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона, способствующих повышению урожайности и качества семян.

Задачи исследований:

– установить влияние минеральных удобрений на формирование фотосинтетического и симбиотического аппаратов растений люпина белого;

– определить влияние минеральных удобрений на урожайность и качество семян люпина белого;

– провести агробиологическую оценку возделывания новых сортов и сортообразцов кормового люпина;

– выявить наиболее урожайные и адаптивные к условиям региона сорта и сортообразцы кормового люпина;

– провести оценку экономической и биоэнергетической эффективности изучаемых агротехнических приемов.

Научная новизна исследований. Впервые в условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона установлены закономерности влияния минеральных макро- и микроудобрений на рост и развитие растений, фотосинтетическую, симбиотическую активность посевов, величину и качество урожая люпина белого. Научно обоснована роль минеральных удобрений в повышении продуктивности культуры применительно к почвенно-климатическим условиям региона. Проведена экономическая и биоэнергетическая оценка эффективности изучаемых технологических приёмов возделывания люпина белого в регионе.

Доказано, что на люпине белом наиболее эффективно комплексное применение макро- и микроудобрений $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$, $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$, способствующее более интенсивному линейному росту и накоплению массы воздушно-сухого вещества, лучшему формированию фотосинтетического и симбиотического аппаратов растений, увеличению урожайности семян на 0,95-1,00 т/га, или 63,3-66,7% по сравнению с контролем при высоком уровне рентабельности производства – 102,2-105,9% и биоэнергетическом коэффициенте посева – 1,64-1,67,

что свидетельствует об эффективности данного технологического приема в условиях региона.

Проведена агробиологическая оценка возделывания в регионе перспективных сортов и сортообразцов кормового люпина. Установлены видовые и сортовые различия в формировании урожая и качества семян люпина белого и узколистного. Выделены наиболее адаптивные, высокопродуктивные сорта люпина узколистного – Смена, Белозерный 110 и люпина белого Дега, Деснянский 2, Алый парус для расширения посевных площадей культуры в аграрном производстве региона, а также сортообразцы люпина узколистного – Узколистный 32-12, ВНИИЛ 13-13 и люпина белого – СН 1397-10, СН 8-12, СН 990-09, СН 6-11, СН 65-08, представляющие интерес в качестве исходного материала для селекции на скороспелость, повышенную засухоустойчивость, высокую адаптивность и семенную продуктивность.

Теоретическая и практическая значимость работы. В результате проведенных исследований установлены основные закономерности формирования урожая и качества семян люпина в условиях лесостепи ЦЧР в зависимости от минеральных макро- и микроудобрений. Для высокоинтенсивного скороспелого сорта люпина белого Дега в сложившихся засушливых погодных условиях обоснована целесообразность применения полного минерального удобрения совместно с некорневой подкормкой растений в фазе бутонизации жидкими удобрительными стимулирующими составами ЖУСС-2 (Cu – 32-40 г/л, Mo – 17-22 г/л), ЖУСС-3 (Cu – 16,2-20 г/л, Zn – 35-40 г/л).

Агробиологическая оценка сортов и сортообразцов люпина позволила выявить их видовые и сортовые реакции на засушливые метеорологические условия вегетационного периода. Выделены наиболее урожайные и адаптивные к условиям региона сорта люпина для создания прочной кормовой базы для животноводства, сохранения плодородия почвы и биологизации земледелия, а также лучшие по скороспелости, засухоустойчивости и семенной продуктивности сортообразцы в качестве источников ценных признаков для частной селекции.

Производственная проверка, проведенная в сельскохозяйственных предприятиях ИП глава КФХ Драп И.И. Болховского района Орловской области и ЗАО «Бобравское» Ракитянского района Белгородской области, подтвердила эффективность совместного использования макро- и микроудобрений под люпин белый.

Полученные в результате исследований данные используются кафедрой растениеводства, селекции и овощеводства Белгородского ГАУ при подготовке бакалавров и магистров по агрономическим специальностям.

Методология и методы исследований. Методология исследований основана на аналитическом обзоре научной литературы, постановке цели, формулировке задач и разработке программы исследований. Методы исследований – полевые и лабораторные опыты, учеты и наблюдения, лабораторные анализы.

Положения, выносимые на защиту:

– комплексное использование макро- и микроудобрений ($N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$, $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$) на люпине белом оказывает положительное влияние на формирование фотосинтетического и симбиотического аппаратов растений культуры, способствует в фазе образования бобов увеличению площади ассимиляционной поверхности на 11,0-11,8 тыс.м²/га, числа активных клубеньков – на 5,2-5,9 шт., массы активных клубеньков – на 5,5-6,1 мг по сравнению с контролем;

– внесение полного минерального удобрения ($N_{60}P_{60}K_{60}$) совместно с микроудобрениями (ЖУСС-2, ЖУСС-3) повышает продуктивность посевов люпина белого, обеспечивая получение прибавок урожая 0,95-1,00 т/га, увеличение содержания протеина в семенах на 1,3-2,1% по сравнению с контролем, что экономически и энергетически эффективно.

– сорта люпина узколистного Смена, Белозерный 110 и сортообразцы СН 140-10, Узколистный 32-12, ВНИИЛ 13-13, сорта люпина белого – Дега, Деснянский 2, Алый парус и сортообразцы СН 8-12, СН 6-11, СН 1397-10, СН 65-08, СН 990-09 характеризуются скороспелостью, высокой адаптивностью и семенной продуктивностью, обеспечивая получение высоких урожаев семян в засушливых условиях, что свидетельствует о перспективности их использования в аграрном производстве региона и частной селекции.

Степень достоверности и апробация результатов исследований подтверждается проведенным анализом отечественных и зарубежных литературных источников по теме научно-исследовательской работы, использованием общепринятых методик, достаточным количеством лабораторных и полевых наблюдений, учетов, статистической обработкой полученных экспериментальных данных.

Результаты исследований были доложены на международных научно-практических конференциях в ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ (2013 г., 2014 г., 2015 г.); Международной научно-практической конференции «Наука и образование в современной конкурентной среде», г. Уфа (2014 г.); On-line конференции «Исследования молодых ученых – аграрному производству», Белгород (2015 г.); Всероссийском конкурсе на лучшую научную работу среди аспирантов и молодых ученых аграрных вузов Центрального федерального округа в номинации «Сельскохозяйственные науки», 1-й этап – г. Белгород (2014 г., 2015 г.), 2-й этап – г. Курск. (2014 г., 2015 г.); на заседаниях кафедры растениеводства, селекции и овощеводства, ученом совете агрономического факультета Белгородского ГАУ (2013 г., 2014 г., 2015 г.).

Публикации. По теме исследований опубликовано девять научных работ (всего – 2,37 п.л., авторский вклад – 1,05 п.л.), из них четыре – в изданиях из перечня ВАК РФ (всего – 1,5 п.л., авторский вклад – 0,42 п.л.).

Личный вклад. Автор диссертационной работы принимал непосредственное участие в разработке научной гипотезы, программы и схемы исследований, проведении полевых и лабораторных опытов, математической обработке экспериментальных данных. Соискатель самостоятельно обобщил полученные результаты исследований, изложил их в диссертации, автореферате и научных публикациях. Доля его участия в проведении исследований составляет 90%.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 193 страницах, содержит 34 таблицы, 7 рисунков и 54 приложения, включает введение, 4 главы, заключение, предложения производству, список использованной литературы, состоящий из 195 источников, в том числе 28 – иностранных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Роль люпина в биологической интенсификации сельскохозяйственного производства (обзор литературы)

На основании анализа имеющейся отечественной и зарубежной литературы определено кормовое и средообразующее значение люпина, выявлены его морфологические и биологические особенности, установлена роль сорта в формировании семенной продуктивности растений, определена отзывчивость культуры на макро- и микроудобрения в различных почвенно-климатических условиях.

Глава 2. Условия и методика проведения исследований

Экспериментальные исследования выполнены в 2013-2015 гг. на участке коллекционного питомника кафедры растениеводства, селекции и овощеводства Белгородского ГАУ. Погодные условия в годы проведения исследований сложились засушливыми, характеризовались значительными колебаниями температуры, относительной влажности воздуха и неравномерностью распределения осадков.

Почва опытного участка – чернозем типичный среднесиловый малогумусный тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Содержание гумуса в пахотном слое – 4,13%, рН солевой вытяжки – 5,6, содержание легкогидролизуемого азота по Корнфилду – 137,0 мг/кг, подвижного фосфора по Чирикову – 142,0 мг/кг, обменного калия по Чирикову – 155,0 мг/кг почвы.

В программу исследований входило проведение полевого и микрополевого опытов: 1) Формирование продуктивности люпина белого в зависимости от минеральных удобрений; 2) Агробиологическая оценка сортового состава кормового люпина.

В полевом опыте объектом исследований был высокоинтенсивный сорт люпина белого Дега, включенный в Госреестр селекционных достижений по 5-му региону. Схема полевого опыта включала следующие варианты: 1) контроль – без удобрений, 2) N₆₀, 3) P₆₀, 4) K₆₀, 5) N₆₀P₆₀, 6) N₆₀K₆₀, 7) P₆₀ K₆₀, 8) N₆₀P₆₀K₆₀, 9) N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-2, 10) N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-3.

Предшественник люпина – яровая пшеница, с разбрасыванием измельченной соломы по поверхности поля. Агротехника в опыте – принятая для возделывания зерновых бобовых культур в регионе. Минеральные макроудобрения (аммиачную селитру, суперфосфат двойной, хлористый калий) вносили весной под предпосевную культивацию. Некорневую подкормку проводили микроудобрениями ЖУСС-2 (Cu – 32-40 г/л, Mo – 17-22 г/л) и ЖУСС-3 (Cu – 16,2-20 г/л, Zn – 35-40 г/л) в дозе 2,0 л/га в фазе бутонизации растений люпина.

Посев люпина с междурядьями 15 см в микрополевым опыте проводили ручной сеялкой, в полевом опыте – зерновой сеялкой СН-16 в оптимальные сроки. Норма высева – 1,3 млн всхожих семян на гектар. Почвенный гербицид Гезагард (3,0 л/га) вносили на третий день после посева люпина с расходом рабочей жидкости 200 л/га. Урожай в микрополевым опыте убирали поделочно вручную, в полевом опыте – комбайном Sampo SR-2010.

В микрополевым опыте объектом исследований были сорта и сортообразцы люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) и люпина белого (*Lupinus albus* L.), полученные из ФГБНУ ВНИИ люпина.

Для изучения нами были взяты сорта люпина узколистного: Кристалл – стандарт, Витязь, Радужный, Смена, Белозерный 110, Брянский 15 и сортообразцы ФЛУ-65-08, Брянский 9-10, СН 78-07, Кормовой 77-11, СН 140-10, ВНИИЛ 13-13, Брянский 14-12, Узколистный 32-12, ФЛУ 33-12, Брянский 35-12, СН 33-05, Высокосослый 37-12, СН 30-10, СН 63-12; сорта люпина белого: Дега – стандарт, Деснянский 2, Алый парус и сортообразцы СН 1677-10, СН 8-12, СН 23-12, СН 24-12, СН51-11, СН 206-07, СН 65-08, СН 69-08, СН 1022-09, СН 51-08, СН 1397-10, СН 6-11, СН 983-09, СН 990-09, и.о. Дега, СН 816-09, СН 40-12, СН 1014-09.

Площадь учетных делянок в микрополевым опыте – 1,0 м², в полевым опыте – 10 м², повторность опыта четырехкратная, размещение делянок систематическое.

Фенологические наблюдения проводили согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1985); высоту растений и накопление массы воздушно-сухого вещества определяли в соответствии с методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами ВНИИ кормов (1997); определение числа и массы клубеньков проводили согласно методике Г.С. Посыпанова (1991).

Площадь листовой поверхности растений определяли путем измерения параметров листовых пластинок (длина, ширина) с использованием поправочного коэффициента по методике Н.С. Купцова, А.И. Синкевич, М.А. Мечковской (1954). Фотосинтетический потенциал рассчитывали по методике Кидда, Веста, Бриг (А.А. Ничипорович, 1961).

Относительную засухоустойчивость сортов и сортообразцов люпина определяли проращиванием семян в растворе сахарозы по методике А.М. Волковой, Н.Н. Кожушко, Б.И. Макарова (1984); анализ адаптивного потенциала проводили по методике Мироновского НИИ селекции пшеницы (1994).

Учет урожая проводили путем обмолота, взвешивания семян люпина со всей делянки и пересчета на 100% чистоту и 14% влажность. Структуру урожая анализировали по снопам, отобраным перед уборкой с закрепленных площадок.

Содержание сырого протеина в семенах определяли расчетным путем, перемножая содержание общего азота на коэффициент 6,25 (ГОСТ 13496.4-93), содержание сырого жира – по Сокслету (ГОСТ 13496.15-97), содержание алкалоидов – йодометрическим методом.

Расчет экономической эффективности проводили с использованием нормативов и расценок, действующих в 2015 году, расчет биоэнергетической эффективности – по методике В.В. Коринец, А.Ф. Козловцева, В.Н. Козенко (1985).

Достоверность результатов исследований определяли методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985).

Глава 3. Формирование продуктивности люпина белого в зависимости от минеральных удобрений

В засушливых условиях вегетации в годы проведения исследований на черноземе типичном лесостепи Центрально-Черноземного региона применение минеральных удобрений оказывало значительное влияние на фотосинтетическую и симбиотическую активность растений, а также на формирование элементов продуктивности люпина белого.

В наших полевых опытах при совместном применении макро- и микроудобрений $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$ и $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$ была отмечена наибольшая высота растений, которая в фазе образования бобов составила соответственно 63,3 и 62,4 см, превысив контроль на 10,1 см и 9,2 см, что математически доказано на 5% уровне значимости. На вариантах опыта $N_{60}K_{60}$, $P_{60}K_{60}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$ высота растений была несколько ниже и варьировала в данной фазе от 59,4 до 61,5 см, что на 6,2-8,3 см выше, чем на контроле. Различия по высоте растений между данными вариантами опыта и контролем существенны на 5% уровне значимости. При внесении N_{60} , K_{60} и $N_{60}P_{60}$ высота растений люпина варьировала от 56,7 до 58,2 см, что также существенно выше по сравнению с контролем. На варианте опыта с фосфорным удобрением P_{60} высота растений оказалась на уровне контроля.

Наибольшее накопление массы воздушно-сухого вещества также наблюдалось на вариантах опыта с комплексным использованием макро- и микроудобрений. Так, в фазе образования бобов масса воздушно-сухого вещества на варианте $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$ составила 29,9 г, $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$ – 29,0 г, превысив контроль на 6,5 г и 5,6 г, что статистически достоверно. При внесении $N_{60}K_{60}$,

$P_{60}K_{60}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$ масса воздушно-сухого вещества в этой фазе составила соответственно 26,7 г, 27,4 г и 28,1 г, что на 3,3-4,7 г, выше, чем на контроле. Различия по массе воздушно-сухого вещества между данными вариантами опыта и контролем доказаны на 5% уровне значимости. На вариантах опыта N_{60} , K_{60} , $N_{60}P_{60}$ масса воздушно-сухого вещества варьировала от 24,8 до 25,9 г, что также существенно выше по сравнению с контролем. Внесение фосфорного удобрения P_{60} не привело к достоверному увеличению массы воздушно-сухого вещества растений (таблица 1).

Таблица 1. Высота (см) и масса воздушно-сухого вещества (г) растений люпина белого в зависимости от минеральных удобрений, 2013-2015 гг.

Вариант опыта	В среднем на одно растение по фазам развития									
	нарастание листьев		ветвление		бутонизация		цветение		образование бобов	
	высота	масса	высота	масса	высота	масса	высота	масса	высота	масса
Контроль – без удобрений	14,6	1,3	19,4	2,0	27,4	4,8	38,9	11,2	53,2	23,4
N_{60}	16,2 ⁺	2,1	21,5	2,9	29,9 ⁺	5,9	41,3 ⁺	12,5 ⁺	56,7 ⁺	24,8 ⁺
P_{60}	15,3	1,6	20,4	2,4	28,8	5,4	40,5	11,8	55,4	24,1
K_{60}	16,7 ⁺	2,3 ⁺	22,6 ⁺	3,4 ⁺	30,6 ⁺	6,2 ⁺	42,8 ⁺	13,1 ⁺	57,6 ⁺	25,7 ⁺
$N_{60} P_{60}$	17,4 ⁺	2,8 ⁺	23,0 ⁺	3,9 ⁺	31,5 ⁺	6,6 ⁺	43,3 ⁺	13,5 ⁺	58,2 ⁺	25,9 ⁺
$N_{60} K_{60}$	18,0 ⁺	3,0 ⁺	24,1 ⁺	4,4 ⁺	32,0 ⁺	7,3 ⁺	44,8 ⁺	14,1 ⁺	59,4 ⁺	26,7 ⁺
$P_{60} K_{60}$	18,8 ⁺	3,4 ⁺	25,0 ⁺	4,8 ⁺	33,2 ⁺	7,7 ⁺	45,9 ⁺	14,8 ⁺	60,6 ⁺	27,4 ⁺
$N_{60}P_{60}K_{60}$	19,4 ⁺	3,7 ⁺	26,2 ⁺	5,1 ⁺	34,5 ⁺	8,0 ⁺	46,9 ⁺	15,4 ⁺	61,5 ⁺	28,1 ⁺
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-2	21,0 ⁺	4,4 ⁺	27,9 ⁺	5,8 ⁺	36,4 ⁺	8,9 ⁺	49,1 ⁺	17,1 ⁺	63,3 ⁺	29,9 ⁺
$N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-3	20,3 ⁺	4,0 ⁺	27,1 ⁺	5,4 ⁺	35,3 ⁺	8,5 ⁺	48,2 ⁺	16,4 ⁺	62,4 ⁺	29,0 ⁺

Примечание. «+» в таблице выделены варианты, достоверно превышающие контроль на 5% уровне значимости

Продуктивность растений люпина зависит от размеров ассимилирующей поверхности и времени ее работы за вегетационный период, что, в свою очередь, тесно связано со складывающимися погодными условиями и вносимыми минеральными удобрениями. В наших полевых опытах с начала вегетации растений по вариантам опыта площадь листовой поверхности люпина постепенно нарастала, достигая максимума 28-40 тыс. м²/га в фазе образова-

ния бобов. Максимальную листовую поверхность во все фазы вегетации формировали растения люпина на вариантах опыта $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$ и $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$, которая в фазе образования бобов составила 40,0 и 39,2 тыс. м²/га, что на 11,8 и 11,0 тыс. м²/га больше, чем на контроле (см. рисунок).

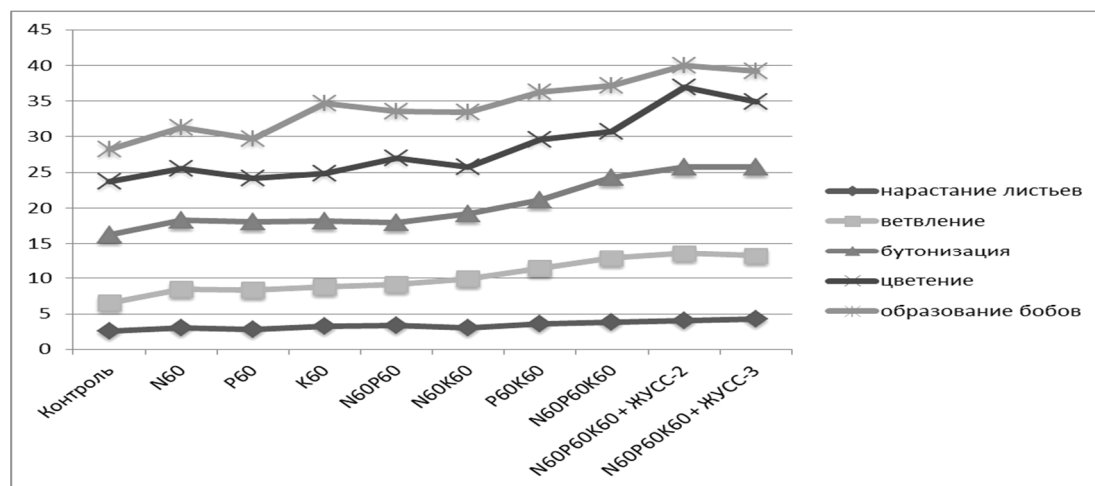


Рисунок. Площадь листьев растений люпина белого в зависимости от минеральных удобрений по фазам вегетации, тыс. м²/га, 2013-2015 гг.

Наибольшие значения фотосинтетического потенциала обеспечили варианты с фосфорно-калийным ($P_{60}K_{60}$), полным минеральным удобрением ($N_{60}P_{60}K_{60}$) и комплексным использованием макро- и микроудобрений ($N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$, $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$), который находился в пределах от 1291,2 до 1508,6 тыс. м²×дней/га, что на 26,9-48,3% больше по сравнению с контрольным вариантом.

Люпин обладает уникальной биологической способностью фиксировать атмосферный азот благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями. Эффективность симбиотической азотфиксации определяется числом и массой активных клубеньков на корнях растений, активностью симбиотического аппарата. Наибольшее число клубеньков на корнях растений люпина белого было отмечено в фазе образования бобов. Однако не все клубеньки были активными. Максимальное число активных клубеньков в этой фазе было отмечено на вариантах опыта $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$, $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$ и составило в среднем на одно растение соответственно 25,8, 25,1 шт., превысив контроль на 5,9 шт., и 5,2 шт., что математически доказано на 5% уровне значимости. Совместное применение макро- и микроудобрений оказывало также положительное влияние на массу

клубеньков. Во все фазы вегетации масса клубеньков на этих вариантах была существенно выше, чем на контроле. Так, в фазе образования бобов масса клубеньков на варианте $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$ составила 52,3 мг, $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$ – 51,7 мг, что соответственно на 6,1 мг и 5,5 мг, больше, чем на контрольном варианте (таблица 2).

Таблица 2. Число (шт.) и масса (мг) клубеньков люпина белого в зависимости от минеральных удобрений, 2013-2015 гг.

Вариант	Фаза развития растений					
	нарастание листьев		цветение		образование бобов	
	активных клубеньков в среднем на одно растение					
	число	масса	число	масса	число	масса
Контроль – без удобрений	6,3	22,7	16,1	39,7	19,9	46,2
N_{60}	7,2	23,7	17,1	40,6	20,9	47,5
P_{60}	6,9	23,5	16,8	40,4	20,7	47,4
K_{60}	8,5 ⁺	24,8 ⁺	18,2 ⁺	42,1 ⁺	22,1 ⁺	49,0 ⁺
$N_{60}P_{60}$	8,2 ⁺	24,9 ⁺	18,3 ⁺	42,0 ⁺	22,0 ⁺	48,7 ⁺
$N_{60}K_{60}$	8,8 ⁺	25,5 ⁺	18,8 ⁺	42,7 ⁺	22,6 ⁺	49,3 ⁺
$P_{60}K_{60}$	9,6 ⁺	26,4 ⁺	19,7 ⁺	43,6 ⁺	23,7 ⁺	50,5 ⁺
$N_{60}P_{60}K_{60}$	10,1 ⁺	27,3 ⁺	20,3 ⁺	44,2 ⁺	24,5 ⁺	50,9 ⁺
$N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$	10,7 ⁺	27,9 ⁺	22,0 ⁺	45,8 ⁺	25,8 ⁺	52,3 ⁺
$N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$	10,4 ⁺	27,6 ⁺	21,2 ⁺	45,1 ⁺	25,1 ⁺	51,7 ⁺

Примечание. «+» в таблице выделены варианты, достоверно превышающие контроль на 5% уровне значимости

При внесении фосфорно-калийного и полного минерального удобрения число и масса клубеньков во все фазы вегетации были несколько ниже по сравнению с комплексным применением макро- и микроудобрений. На варианте $P_{60}K_{60}$ число клубеньков в среднем на одно растение люпина в фазе образования бобов составило 23,7 шт., их масса – 50,5 мг, на варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 24,5 шт. и 50,9 мг, что соответственно достоверно выше по сравнению с контролем. При внесении K_{60} , $N_{60}P_{60}$, $N_{60}K_{60}$ число клубеньков в этой фазе варьировало от 22,0 до 22,6 шт., масса клубеньков – от 48,7 до 49,3 мг, превысив контроль соответственно на 2,1-2,7 шт. и 2,2-3,1 мг, что статистически достоверно. На вариантах опыта N_{60} , P_{60} число и масса клубеньков находились на уровне контроля.

Наибольшая величина активного симбиотического потенциала 1941-2019 кг × сут/га была отмечена на вариантах опыта с фосфорно-калийным, полным минеральным удобрением и комплексным использованием макро- и микроудобрений в период нарастание листьев – образование бобов, что на 12,7-17,2% больше по сравнению с контролем.

Урожайность люпина является основным показателем эффективности его производства. В засушливых условиях вегетации минеральные удобрения по-разному влияли на урожайность люпина белого сорта Дега. Максимальная урожайность семян люпина была получена с применением полного минерального удобрения в сочетании с микроудобрениями. На варианте опыта $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$ урожайность семян составила 2,50 т/га, а на варианте $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$ – 2,45 т/га, превысив контроль на 1,00 т/га, или 66,7%, и 0,95 т/га, или 63,3%, что математически доказано на 5% уровне значимости. Применение микроудобрений достоверно повышало урожайность семян по сравнению с полным минеральным удобрением, прибавка составила 0,27- 0,32 т/га, или 12,4-14,7% (таблица 3).

Таблица 3. Урожайность и качество семян люпина белого в зависимости от минеральных удобрений

Вариант	Урожайность, т/га				Содержание, %		
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	средняя	протеина	жира	алкалоидов
Контроль	1,26	1,70	1,53	1,50	39,2	7,7	0,131
N_{60}	1,59	1,99	1,87	1,82	39,8	7,4	0,124
P_{60}	1,43	1,93	1,78	1,71	41,6	7,3	0,131
K_{60}	1,50	2,04	1,96	1,83	42,2	7,8	0,131
$N_{60}P_{60}$	1,79	2,11	1,90	1,93	40,6	7,4	0,131
$N_{60}K_{60}$	1,70	2,23	2,05	1,99	40,2	7,5	0,135
$P_{60}K_{60}$	1,84	2,26	2,18	2,09	40,6	7,5	0,121
$N_{60}P_{60}K_{60}$	1,94	2,34	2,27	2,18	39,6	7,3	0,136
$N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$	1,97	2,80	2,74	2,50	41,3	7,3	0,117
$N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$	1,95	2,75	2,66	2,45	40,5	7,6	0,158
$НСР_{05}$	0,12	0,20	0,19				

Примечание. Урожайность на всех вариантах опыта достоверно превышает контроль на 5% уровне значимости.

Минеральные удобрения $N_{60}K_{60}$, $P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ обеспечили достоверное увеличение урожая семян люпина белого. Урожайность на данных вариантах варьировала от 1,99 до 2,18 т/га, что на 0,49-

0,68 т/га, или 32,7-45,3%, больше по сравнению с контролем. На остальных вариантах опыта – N_{60} , P_{60} , K_{60} , $N_{60}P_{60}$ урожайность также была существенно выше, чем на контроле, и варьировала от 1,71 до 1,93 т/га.

Содержание сырого протеина в семенах люпина белого варьировало по вариантам опыта от 39,2 до 42,2%. Наибольшее содержание протеина в семенах было отмечено на вариантах: K_{60} – 42,2%, P_{60} – 41,6%, $N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-2 – 41,3%, тогда как на контроле лишь – 39,2%. Содержание сырого жира в семенах люпина в засушливых условиях мало различалось по вариантам опыта и варьировало от 7,3 до 7,8%. При определении алкалоидов в семенах было отмечено, что их содержание не превышает допустимой нормы для кормового люпина.

Экономический анализ показывает, что возделывание люпина белого на семена было оправдано при всех изучаемых вариантах опыта. Максимальные показатели эффективности были отмечены при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-2 и $N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-3. Условно чистый доход на данных вариантах составил 19 286 и 18 579 руб./га, уровень рентабельности – 105,9 и 102,2%, что значительно выше, чем на контроле и других вариантах опыта. Высокие показатели экономической эффективности были также получены на вариантах опыта $P_{60}K_{60}$ и K_{60} , на которых условно чистый доход составил 15 254 и 13 482 руб./га, уровень рентабельности – 94,8 и 96,5%, что на 5572 и 3800 руб./га, 19,3 и 21,0% превышает контроль.

Биоэнергетическая эффективность возделывания люпина белого определялась уровнем использования ФАР и технологическими затратами. Максимальный биоэнергетический коэффициент посева был отмечен на варианте $P_{60}K_{60}$ и составил 1,82. Высокие биоэнергетические коэффициенты были также получены при внесении K_{60} , $N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-2 и $N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-3, которые варьировали от 1,64 до 1,69, что также выше по сравнению с контролем и другими вариантами опыта.

Глава 4. Агробиологическая оценка сортового состава кормового люпина

В сложившихся засушливых погодных условиях в годы проведения исследований сорта и сортообразцы кормового люпина развивались ускоренно. Продолжительность вегетации у сортов и сортообразцов люпина узколистного варьировала от 86 до 93 суток, люпина белого – от 94 до 102 суток.

Скороспелые сорта люпина должны также обладать интенсивными темпами роста растений, что дает возможность быстрее наращивать биомассу и раньше уйти от летнего дефицита влаги.

Наиболее высокорослыми у люпина узколистного оказались сортообразцы Высокороослый 37-12 и СН 78-07, высота которых в фазе образования бобов составила 60,7 и 68,7 см, превысив стандарт на 10,4 см и 18,4 см, что математически доказано на 5% уровне значимости. Наибольшая высота растений люпина белого в фазе образования бобов была отмечена у сорта Алый парус – 72,5 см, тогда как у стандартного сорта лишь 61,6 см. На уровне стандарта по высоте растений оказались сортообразцы СН 69-08, СН 6-11, СН 1677-10, СН 51-11.

Урожайность семян изучаемых сортов и сортообразцов люпина является основным показателем эффективности их производства. В среднем за годы исследований урожайность семян сортов и сортообразцов люпина узколистного варьировала в больших пределах – от 94 до 389 г/м². Максимальную урожайность обеспечил сортообразец ВНИИЛ 13-13 – 389 г/м², что существенно выше, чем у стандартного сорта. Высокая урожайность семян от 284 до 317 г/м² была также получена у сортов Белозерный 110, Смена, сортообразцов Узколистный 32-12, СН 140-10, Кормовой 77-11, у которых прибавка к стандарту составила 52-70 %, что статистически достоверно.

Все сорта и сортообразцы люпина белого в засушливых условиях оказались более урожайными по сравнению с люпином узколистным. Урожайность семян люпина белого варьировала от 334 до 496 г/м². Сортообразцы СН 8-12, СН 6-11, СН 1397-10, СН 65-08, СН 990-09 обеспечили самую высокую урожайность – от 458 до 496 г/м², которая превысила стандарт на 31-42%, что математически доказано.

В исследованиях нами была также проведена оценка изучаемых сортов и сортообразцов кормового люпина по показателю адаптивности к условиям региона. В засушливых условиях вегетации в годы проведения исследований наибольший коэффициент

адаптивности у люпина узколистного обеспечил сортообразец ВНИИЛ 13-13 – 1,58, что в 2,1 раза выше, чем у стандартного сорта Кристалл. Высокий коэффициент адаптивности от 1,01 до 1,29 был также получен у сортов Витязь, Радужный, Смена, Белозерный 110 и сортообразцов Брянский 9-10, ФЛУ 33-12, Кормовой 77-11, СН 140-10, Узколистный 32-12, тогда как у стандарта всего лишь 0,76.

У люпина белого наибольший коэффициент адаптивности от 1,10 до 1,20 был отмечен у сортообразцов СН 51-08, СН 8-12, СН 6-11, СН 1397-10, СН 65-08, СН 990-09, тогда как у стандартного сорта Дега – 0,84. Довольно высокий коэффициент адаптивности от 1,02 до 1,08 также обеспечили сортообразцы СН 40-12, СН 983-09, и.о. Дега (таблица 4).

Таблица 4. Урожайность, адаптивность и засухоустойчивость сортов и сортообразцов кормового люпина, 2014-2015 гг.

Сорт, сортообразец люпина узколистного	Урожайность, г/м ²	Коэффициент адаптивности	Засухоустойчивость, %	Сорт, сортообразец люпина белого	Урожайность, г/м ²	Коэффициент адаптивности	Засухоустойчивость, %
Кристалл, st.	187	0,76	33,9	Дега, st.	349	0,84	86,7
Витязь	257 ⁺	1,06	46,3	Деснянский 2	354	0,86	83,9
Радужный	267 ⁺	1,09	66,7	Алый парус	381 ⁺	0,93	59,2
Смена	300 ⁺	1,22	50,3	СН 1677-10	336	0,82	33,0
Белозерный 110	317 ⁺	1,29	45,2	СН 8-12	458 ⁺	1,11	90,6
Брянский 9-10	246 ⁺	1,01	52,2	СН 23-12	412 ⁺	1,00	36,1
ФЛУ-65-08	205	0,84	54,5	СН 24-12	404 ⁺	0,97	48,2
СН 78-07	234 ⁺	0,96	67,1	СН 51-11	417 ⁺	1,00	32,5
Кормовой 77-11	284 ⁺	1,17	35,0	СН 206-07	383 ⁺	0,93	69,2
СН 140-10	293 ⁺	1,20	43,9	СН 65-08	487 ⁺	1,17	72,1
ВНИИЛ 13-13	389 ⁺	1,58	75,0	СН 69-08	413 ⁺	1,00	52,9
Брянский 14-12	216 ⁺	0,88	30,2	СН 1022-09	334	0,81	28,7
Брянский 15	209 ⁺	0,86	74,0	СН 51-08	454 ⁺	1,10	71,3
Узколистный 32-12	314 ⁺	1,28	63,4	СН 1397-10	483 ⁺	1,17	89,7
ФЛУ 33-12	254 ⁺	1,05	71,8	СН 6-11	482 ⁺	1,16	75,2
Брянский 35-12	223 ⁺	0,91	68,7	СН 983-09	444 ⁺	1,08	38,9
СН 33-05	137 ⁻	0,56	35,3	СН 990-09	496 ⁺	1,20	88,9
Высокорослый 37-12	197	0,80	53,9	и.о. Дега	447 ⁺	1,08	84,6
СН 30-10	94 ⁻	0,38	35,2	СН 816-09	401 ⁺	0,97	41,9
СН 63-12	173 ⁻	0,70	45,0	СН 40-12	419 ⁺	1,02	33,4
				СН 1014-09	341	0,82	38,0

Примечание. «+» выделены варианты, достоверно превышающие стандарт по урожайности, «-» уступающие стандарту на 5% уровне значимости

При оценке засухоустойчивости у люпина узколистного выделились сорта Брянский 15, Радужный и сортообразцы Узколистный 32-12, СН 78-07, Брянский 35-12, ФЛУ 33-12, ВНИИЛ 13-13, которые характеризовались устойчивостью к засухе выше среднего уровня – от 63,4 до 75,0%. У люпина белого по засухоустойчивости выделились два сорта – Дега, Деснянский 2 и четыре сортообразца – и.о. Дега, СН 990-09, СН 8-12, СН 1397-10, которые имеют высокую степень устойчивости к засухе – 83,9-90,6%.

В кормлении сельскохозяйственных животных большое значение имеет не только количество, но и качество кормов. У сортов и сортообразцов люпина узколистного содержание сырого протеина варьировало от 32,4 до 36,7%, сырого жира – от 3,0 до 4,4%. Сорта и сортообразцы люпина белого по содержанию сырого протеина и жира в семенах значительно превосходили люпин узколистный. Содержание протеина в семенах люпина белого находилось в пределах 33,5-39,1%, жира – 7,8-9,2%. При определении алкалоидов в семенах люпина узколистного и белого было отмечено, что их содержание не превышает допустимой нормы для кормовых сортов (таблица 5).

Таблица 5. Качество семян сортов и сортообразцов кормового люпина, 2014-2015 гг.

Сорт, сортообразец люпина узколистного	Содержание, %			Сорт, сортообразец люпина белого	Содержание, %		
	протеина	жира	алкалоидов		протеина	жира	алкалоидов
Кристалл, st.	35,4	3,7	0,095	Дега, st.	36,5	8,3	0,097
Витязь	36,7	3,8	0,088	Деснянский 2	36,7	9,1	0,118
Радужный	36,0	4,0	0,110	Алый парус	37,0	9,2	0,102
Смена	35,4	3,8	0,087	СН 1677-10	37,6	9,0	0,077
Белозерный 110	35,6	3,6	0,080	СН 8-12	35,9	8,3	0,069
Брянский 9-10	35,2	3,5	0,075	СН 23-12	36,2	7,8	0,082
ФЛУ-65-08	36,1	3,9	0,057	СН 24-12	35,0	8,5	0,077
СН 78-07	34,2	4,4	0,075	СН 51-11	38,8	8,2	0,081
Кормовой 77-11	35,3	3,3	0,078	СН 206-07	37,8	8,3	0,087
СН 140-10	35,7	3,7	0,048	СН 65-08	36,2	8,7	0,080
ВНИИЛ 13-13	33,8	3,5	0,073	СН 69-08	33,5	9,2	0,074
Брянский 14-12	35,5	3,4	0,065	СН 1022-09	38,9	8,4	0,091
Брянский 15	35,3	4,1	0,079	СН 51-08	38,0	8,0	0,070
Узколистный 32-12	33,5	3,8	0,067	СН 1397-10	39,1	8,3	0,075
ФЛУ 33-12	32,4	3,7	0,063	СН 6-11	37,2	8,2	0,167
Брянский 35-12	34,1	3,8	0,088	СН 983-09	38,8	8,1	0,076
СН 33-05	34,8	3,5	0,088	СН 990-09	38,2	8,0	0,113
Высокорослый 37-12	33,4	3,8	0,068	и.о. Дега	37,1	8,0	0,115
СН 30-10	33,8	3,5	0,087	СН 816-09	38,7	8,4	0,101
СН 63-12	33,7	3,0	0,086	СН 40-12	37,6	8,8	0,141
				СН 1014-09	38,9	8,9	0,110

По биоэнергетической эффективности у люпина узколистного выделились сорта Смена, Белозерный 110 и сортообразцы СН 140-10, Узколистный 32-12, ВНИИЛ 13-13, у которых чистый энергетический доход варьировал от 2,15 до 3,54 МДж/м², биоэнергетический коэффициент посева – от 2,02 до 2,69. У сортов и сортообразцов люпина белого показатели биоэнергетической эффективности были значительно выше, чем у люпина узколистного. Наибольшая биоэнергетическая эффективность была отмечена у сортообразцов люпина белого СН 8-12, СН 51-08, СН 6-11, СН 1397-10, СН 65-08, СН 990-09, у которых чистый энергетический доход колебался от 4,47 до 5,02 МДж/м², а биоэнергетический коэффициент посева – от 3,06 до 3,31.

Таким образом, в условиях лесостепи ЦЧР наиболее выгодно возделывать сорта люпина узколистного Смена, Белозерный 110, люпина белого – Дега, Деснянский 2, Алый парус, которые обеспечивают получение более высоких урожаев семян при наименьших энергетических затратах. В качестве исходного материала для селекции кормового люпина необходимо использовать лучшие сортообразцы, выделившиеся в результате сравнительной оценки по засухоустойчивости, адаптивности и семенной продуктивности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В условиях воздушной и почвенной засухи минеральные удобрения оказывали положительное влияние на линейный рост и накопление массы воздушно-сухого вещества во все фазы развития растений люпина белого. В фазе образования бобов наибольшая высота растений – от 60,6 до 63,3 см и масса воздушно-сухого вещества – от 27,4 до 29,9 г были отмечены при комплексном использовании макро- и микроудобрений, а также при внесении фосфорно-калийного, полного минерального удобрения, что превышало контроль и другие варианты с применением удобрений.

2. Комплексное использование макро- и микроудобрений, а также фосфорно-калийное и полное минеральное удобрение способствовало наибольшему увеличению площади ассимиляционной поверхности растений люпина и фотосинтетического потенциала посева. Так, в фазе образования бобов на вариантах P₆₀K₆₀, N₆₀P₆₀K₆₀, N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-2 и N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-3 площадь

листьев варьировала от 36,2 до 40,0 тыс. м²/га, фотосинтетический потенциал – от 1291,2 до 1508,6 тыс. м²×дней/га, что на 8,0-11,8 тыс. м²/га и 274,0-491,4 тыс. м²×дней/га больше, чем на контроле.

3. Применение минеральных удобрений положительно влияло на формирование симбиотического аппарата растений люпина. Наибольшее число и масса клубеньков в фазе образования бобов отмечены при внесении P₆₀K₆₀ – 23,7 шт. и 50,5 мг, N₆₀P₆₀K₆₀ – 24,5 шт. и 50,9 мг, N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-2 – 25,8 шт. и 52,3 мг, N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-3 – 25,1 шт. и 51,7 мг, что значительно выше, чем на контроле.

4. Комплексное применение макро- и микроудобрений (N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-2, N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-3) на черноземе типичном в засушливых условиях позволило увеличить урожайность люпина белого сорта Дега до уровня 2,45 - 2,50 т/га, что на 0,95-1,00 т/га, или 63,3-66,7% больше по сравнению с контролем. Высокая урожайность семян была также отмечена на вариантах опыта с фосфорно-калийным (P₆₀K₆₀) и полным минеральным удобрением (N₆₀P₆₀K₆₀) и составила соответственно 2,09 и 2,18 т/га, тогда как на контроле лишь 1,50 т/га.

5. Анализ возможности получения биологически полноценной продукции люпина белого показал, что в засушливых условиях наибольшее содержание протеина в семенах от 41,3 до 42,2% было получено при внесении K₆₀, P₆₀ и N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-2, тогда как на контроле лишь 39,2%. Содержание сырого жира в семенах мало изменялось по вариантам опыта и находилось в пределах 7,3-7,8%. Алкалоидность на всех вариантах не превышала допустимого уровня для кормового люпина.

6. Расчеты показателей экономической и биоэнергетической эффективности свидетельствуют о том, что при внесении калийных (K₆₀) и фосфорно-калийных удобрений (P₆₀K₆₀) условно чистый доход достигал высоких значений – 13 482 и 15 254 руб./га, уровень рентабельности – 96,5 и 94,8%. При комплексном использовании макро- и микроудобрений эти показатели были еще выше: условно чистый доход – 19 286 и 18 579 руб./га, уровень рентабельности – 105,9 и 102,2%.

Максимальный биоэнергетический коэффициент посева был отмечен на вариантах опыта с калийным (K₆₀) – 1,82, фосфорно-

калийным удобрением ($P_{60}K_{60}$) – 1,69. Комплексное использование макро- и микроудобрений $N_{60}P_{60}K_{60} + ЖУСС-2$ и $N_{60}P_{60}K_{60} + ЖУСС-3$, несмотря на увеличение суммарных затрат энергии, также обеспечивало высокий коэффициент биоэнергетической эффективности, который составил 1,67 и 1,64.

7. В микрополевом опыте в результате агробиологической оценки сортов и сортообразцов люпина была установлена зависимость основных морфологических признаков, урожайности, качества семян от видовых и сортовых особенностей культуры. Наибольшая высота растений люпина узколистного была отмечена у сорта Брянский 15 и сортообразцов Узколистный 32-12, ФЛУ 33-12, ФЛУ-65-08, Высокорослый 37-12, СН 78-07, люпина белого – у сортов Дега, Алый парус и сортообразцов СН 1677-10, СН 69-08, СН 6-11, СН 51-11, которая в фазе образования бобов варьировала от 58,1 до 72,5 см.

8. По семенной продуктивности выделились сорта люпина узколистного Смена, Белозерный 110, сортообразцы СН 140-10, Узколистный 32-12, ВНИИЛ 13-13, урожайность которых варьировала от 293 до 389 г/м², что на 106-202 г/м² превышает стандарт. У люпина белого самую высокую урожайность – от 458 до 496 г/м² обеспечили сортообразцы СН 8-12, СН 6-11, СН 1397-10, СН 65-08, СН 990-09, которая превысила стандарт на 109-147 г/м².

9. Наибольший коэффициент адаптивности – от 1,01 до 1,58 был отмечен у сортов люпина узколистного Смена, Радужный, Витязь, Белозерный 110 и сортообразцов Кормовой 77-11, ФЛУ-65-08, ФЛУ 33-12, СН 140-10, Узколистный 32-12, ВНИИЛ 13-13, сортообразцов люпина белого – СН 40-12, СН 983-09, и.о. Дега, СН 51-08, СН 8-12, СН 6-11, СН 1397-10, СН 65-08, СН 990-09.

10. Устойчивость к засухе выше среднего уровня – 63,4-75,0% отмечена у сорта люпина узколистного Брянский 15 и сортообразцов Узколистный 32-12, ФЛУ 65-08, СН 78-07, Брянский 35-12, ФЛУ 33-12, ВНИИЛ 13-13. Высокой степенью засухоустойчивости 83,9-90,6% у люпина белого характеризовались сорта Дега, Деснянский 2 и сортообразцы СН 1397-10, СН 8-12, СН 990-09, и.о. Дега.

11. В семенах люпина узколистного наибольшее содержание сырого протеина – 35,4-36,7% было отмечено у сортов Витязь, Радужный и сортообразца ФЛУ 65-08, сырого жира – 3,7-4,4% – у сортов Радужный, Брянский 15 и сортообразцов ФЛУ-65-08, СН

78-07. У люпина белого наибольшее содержание сырого протеина – 38,0-39,1% обеспечили сортообразцы СН 51-08, СН 990-09, СН 816-09, СН 51-11, СН 983-09, СН 1022-09, СН 1014-09, СН1397-10, сырого жира – от 9,0 до 9,2% – сорта Алый парус, Деснянский 2 и сортообразцы СН 1677-10, СН 69-08.

12. Наибольшая биоэнергетическая эффективность отмечена у сортов люпина узколистного Смена, Белозерный 110 и сортообразцов СН 140-10, Узколистный 32-12, ВНИИЛ 13-13, у которых выход обменной энергии варьировал от 4,25 до 5,64 МДж/м², чистый энергетический доход – от 2,15 до 3,54 МДж/м² и биоэнергетический коэффициент посева – от 2,02 до 2,69. У люпина белого наибольшую биоэнергетическую эффективность обеспечили сортообразцы СН 8-12, СН 51-08, СН 6-11, СН 1397-10, СН 65-08, СН 990-09, у которых выход обменной энергии варьировал от 6,64 до 7,19 МДж/м², чистый энергетический доход – от 4,47 до 5,02 МДж/м², а биоэнергетический коэффициент посева – от 3,06 до 3,31.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. На черноземе типичном лесостепи Центрально-Черноземного региона семенную и белковую продуктивность люпина белого можно повысить внесением полного минерального удобрения (N₆₀P₆₀K₆₀) в комплексе с некорневой подкормкой жидкими удобрительными стимулирующими составами ЖУСС-2 (Cu – 32-40 г/л, Mo – 17-22 г/л) или ЖУСС-3 (Cu – 16,2-20 г/л, Zn – 35-40 г/л) в фазе бутонизации в дозе 2,0 л/га. При этом урожай семян люпина достигает 2,45-2,50 т/га, что обеспечивает уровень рентабельности производства 102,2-105,9 %.

2. В почвенно-климатических условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона для повышения урожайности люпина и увеличения сбора растительного белка целесообразно возделывать новые адаптивные и высокопродуктивные сорта люпина узколистного – Смена, Белозерный 110 и белого – Дега, Деснянский 2, Алый парус.

3. В качестве источников ценных признаков для селекции необходимо использовать сортообразцы люпина узколистного: Узколистный 32-12, ВНИИЛ 13-13 и люпина белого: СН 1397-10, СН 8-12, СН 990-09, СН 6-11, СН 65-08, характеризующиеся повышенной засухоустойчивостью, высокой адаптивностью и семенной продуктивностью.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Особенности нарастания биомассы и формирования урожая семян люпина белого в ЦЧР [Текст] / А.М. Хлопяников, А.И. Артюхов, М.И. Лукашевич, **О.Ю. Куренская**, В.Н. Наумкин // Вестник Брянского ГУ. – 2014. – №4. – С. 201-204. (авторский вклад – 0,17 п.л.)
2. Эффективность возделывания люпина белого [Текст] / В.Н. Наумкин, **О.Ю. Куренская**, А.И. Артюхов, М. И. Лукашевич, А.М. Хлопяников, А.В. Наумкин, Г.В. Хлопяникова // Аграрная наука. – 2015. – №1. – С. 19-20. (авторский вклад – 0,06 п.л.)
3. Отзывчивость люпина белого на применение минеральных удобрений в ЦЧР [Текст] / В.Н. Наумкин, **О.Ю. Куренская**, А.И. Артюхов, М.И. Лукашевич, А.В. Наумкин, А.М. Хлопяников, Г.В. Хлопяникова // Кормопроизводство. – 2015. – №2. – С. 14-17. (авторский вклад – 0,13 п.л.)
4. Сравнительная оценка засухоустойчивости сортов и сортообразцов кормового люпина [Текст] / В.Н. Наумкин, Л.А. Наумкина, **О.Ю. Куренская**, А.И. Артюхов, М.И. Лукашевич, П.А. Агеева // Аграрная наука. – 2015. – №8. – С. 10-11. (авторский вклад – 0,06 п.л.)

Публикации в аналитических сборниках и материалах конференций

5. Капустина, Е.С. Агроэкологический потенциал люпина [Текст] / Е.С. Капустина, Е.В. Бондарева, **О.Ю. Куренская**, В.Н. Наумкин // Материалы международной студенческой научной конференции. Том 1. – Белгород: Белгородская ГСХА, 2013.– С. 30. (авторский вклад – 0,02 п.л.)
6. **Куренская, О.Ю.** Продуктивность люпина белого в зависимости от минеральных удобрений в условиях Белгородской области [Текст] / О.Ю. Куренская, А.А. Муравьев // Материалы международной научно-практической конференции «Наука и образование в современной конкурентной среде». – Уфа: РИО ИЦИПТ, 2014. – С. 37-40. (авторский вклад – 0,13 п.л.)
7. Гиберт, Э.Д. Эффективность люпина белого в зависимости от уровня минерального питания в условиях Белгородской области [Текст] / Э.Д. Гиберт, В.Н. Наумкин, **О.Ю. Куренская** // Материалы международной студенческой научной конференции. – Белгород: Белгородская ГСХА, 2014. – С. 3. (авторский вклад – 0,02 п.л.)
8. **Куренская, О.Ю.** Урожайность и качество люпина белого в зависимости от уровня минерального питания [Текст] / О.Ю. Куренская, А.И. Артюхов, М.И. Лукашевич // Материалы XVIII международной научно-производственной конференции «Проблемы и перспективы инновационного развития агроинженерии, энергоэффективности и IT- технологий». – Белгород: Белгородская ГСХА, 2014.– С. 14. (авторский вклад – 0,02 п.л.)
9. **Куренская, О.Ю.** Формирование урожая и качества зерна люпина белого при разных уровнях питания в условиях Белгородской области [Текст] / О.Ю. Куренская // Материалы on-line конференции «Исследования молодых ученых – аграрному производству». – Белгород: Белгородский ГАУ, 2015.– С. 54-60. (авторский вклад – 0,44 п.л.)

Подписано в печать 05.04.2016. Формат 60×84¹/₁₆
Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Бумага офсетная. П. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ № 13849

Типография ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
394087 Воронеж, ул. Мичурина, 1