

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛГОРОДСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Я. ГОРИНА»

На правах рукописи



КУРЕНСКАЯ ОЛЬГА ЮРЬЕВНА

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

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор В.Н. Наумкин

Белгород – 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. РОЛЬ ЛЮПИНА В БИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА (обзор литературы)..	12
1.1. Кормовое и средообразующее значение люпина.....	13
1.2. Морфологические и биологические особенности люпина.....	18
1.3. Роль сорта в формировании семенной продуктивности растений...	24
1.4. Отзывчивость люпина на применение минеральных удобрений.....	31
2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	41
2.1. Почвенно-климатические условия Белгородской области.....	41
2.2. Метеорологические условия в годы проведения исследований.....	44
2.3. Программа и методика исследований.....	49
3. ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЮПИНА БЕЛОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	56
3.1. Характеристика вегетационного периода люпина белого	57
3.2. Линейный рост растений и динамика накопления массы воздушно- сухого вещества люпина белого	59
3.3. Фотосинтетическая деятельность посевов люпина белого.....	66
3.4. Формирование симбиотического аппарата растений люпина белого..	71
3.5. Урожайность семян люпина белого в зависимости от минеральных удобрений.....	77
3.6. Элементы структуры урожая люпина белого в зависимости от минеральных удобрений.....	79
3.7. Качество семян люпина белого в зависимости от минеральных удобрений.....	80
3.8. Экономическая и биоэнергетическая эффективность минеральных удобрений при возделывании люпина белого.....	82

3.9. Научное обоснование совершенствования технологии возделывания люпина белого в сельскохозяйственных предприятиях лесостепи Центрально-Черноземного региона (на примере Белгородской области).....	85
4. АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРТОВОГО СОСТАВА КОРМОВОГО ЛЮПИНА	91
4.1. Характеристика вегетационного периода сортов и сортообразцов люпина.....	92
4.2. Линейный рост растений сортов и сортообразцов люпина.....	96
4.3. Урожай семян сортов и сортообразцов люпина.....	101
4.4. Структура урожая сортов и сортообразцов люпина.....	105
4.5. Адаптивность сортов и сортообразцов люпина.....	108
4.6. Засухоустойчивость сортов и сортообразцов люпина.....	112
4.7. Качество семян сортов и сортообразцов люпина.....	116
4.8. Биоэнергетическая эффективность возделывания сортов и сортообразцов люпина.....	121
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	126
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....	130
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	131
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	153

ВВЕДЕНИЕ

В Центрально-Черноземном регионе Российской Федерации в условиях приоритетного развития животноводства, перехода на биологизацию и экологизацию современного земледелия большое значение придается решению проблемы снижения дефицита растительного белка и повышению плодородия почвы. Мировой опыт показывает, что решение этих проблем тесно связано с переходом на ресурсосберегающие, малозатратные, экологически обоснованные технологии возделывания зерновых бобовых культур, и прежде всего кормового люпина, обеспечивающего высокую продуктивность, сохранение почвенного плодородия, существенную экономию энергетических и трудовых ресурсов, производство конкурентоспособной высококачественной растениеводческой продукции [172, 175, 182, 183].

Люпин – ценная кормовая высокобелковая культура. Содержание белка в семенах люпина в зависимости от вида и сорта составляет 35-38%. Белок люпина отличается высоким качеством, так как содержит полный набор незаменимых аминокислот. Кроме того, в нем практически полностью отсутствуют ингибиторы трипсина, что дает возможность использовать его на корм любым видам животных [29, 99, 101]. Люпин также обладает наивысшей азотфиксирующей способностью среди однолетних бобовых культур. В зависимости от условий возделывания он способен накапливать в биомассе 120-300 кг/га биологического азота, пополняя запасы органического вещества и азота в почве. Благодаря глубоко проникающей в почву корневой системе люпин поднимает из подпахотных слоев калий и другие макро- и микроэлементы, а с помощью специфических корневых выделений разлагает труднорастворимые фосфаты почвы до усвояемых соединений. Люпин при этом выступает в качестве биологического мелиоранта, улучшающего фосфатный и калийный режимы почв [137, 140].

Центрально-Черноземный регион РФ имеет благоприятные почвенно-климатические условия для успешного возделывания кормового люпина.

Однако при возделывании любой полевой культуры, в том числе и люпина, специалисты сталкиваются с постоянно изменяющимися внешними условиями. Поэтому интенсификация растениеводства, особенно производство зерновых бобовых культур, требует оптимизации применения всех технологических приемов их возделывания в почвенно-климатических условиях региона. Прежде всего, необходимо непрерывно вовлекать в аграрное производство все новые высокопродуктивные виды и сорта возделываемых культур, выявлять закономерности изменения количества и качества получаемой растениеводческой продукции под влиянием природных факторов и агротехнических приемов. Все это существенно увеличит продуктивность культур, повысит рентабельность производства, снизит трудовые и энергетические затраты.

Актуальность темы исследований. Среди зерновых бобовых культур люпин представляет особый хозяйственный интерес как богатая белком зернофуражная культура и как источник экологически безопасного биологического азота для повышения плодородия почв. Эффективное использование люпина в увеличении производства высокобелковых кормов является актуальной задачей, решение которой послужит успешному развитию животноводства в Центрально-Черноземном регионе. Однако полное использование биологических возможностей этой культуры во многом обусловлено генетическими особенностями сортов, внешними условиями возделывания, в том числе обеспеченностью растений необходимыми элементами питания [94, 99].

В настоящее время влияние удобрений на формирование урожая и качество семян люпина изучено недостаточно, мнения исследователей о внесении азотных удобрений под эту культуру весьма противоречивы. Необходимость же внесения фосфорных и калийных удобрений под люпин не вызывает таких разногласий. Вопрос стоит лишь об их количестве, которое зависит от содержания доступного фосфора, калия в почве и планируемого урожая. Актуальным направлением в совершенствовании элементов современных технологий возделывания люпина белого является определение опти-

мального уровня минерального питания для получения высоких и устойчивых урожаев этой, нетрадиционной для региона, культуры. Поэтому применительно к почвенно-климатическим условиям региона необходимо научное обоснование на люпине эффективных видов и сочетаний минеральных удобрений, способствующих повышению продуктивности растений.

Расширение посевных площадей под люпином в Центрально-Черноземном регионе также во многом зависит от успехов внедрения новых высокопродуктивных сортов, которые являются наиболее централизованным средством получения высоких и стабильных урожаев. В последнее время созданы скороспелые, высокопродуктивные сорта люпина, которые пригодны к возделыванию в условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона. Новые сорта люпина не имеют пока широкого распространения в регионе, а особенности формирования их продуктивности применительно к местным почвенно-климатическим условиям изучены недостаточно. Поэтому назрела необходимость подбора для засушливых условий региона наиболее адаптивных, засухоустойчивых и высокоурожайных сортов и сортообразцов люпина.

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 [127], О.Д. Мещерякова [87], А.А. Муравьева [96], Г.Г. Гатаулиной [30]. 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 высо-

ком 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 про-

дуктивности 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. По рекомендованным агротехническим приемам возделывания в ИП глава КФХ Драп И.И. было получено 2,37 т/га семян люпина, а по базовой технологии – 1,85 т/га, прибавка составила 0,52 т/га. Экономический эффект от внедрения с площади посева 20 га составил 346 720 рублей. При внедрении научно-технической разработки в ЗАО «Бобравское» урожайность семян люпина составила 2,63 т/га, при этом по базовой технологии было получено 2,19 т/га. Экономический эффект от внедрения с площади посева 25 га составил 513 075 рублей.

Полученные в результате исследований данные используются кафедрой растениеводства, селекции и овощеводства Белгородского ГАУ по 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.

Основные положения, выносимые на защиту:

– комплексное использование макро- и микроудобрений ($N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-2, $N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-3) на люпине белом оказывает положительное влияние на формирование фотосинтетического и симбиотического аппаратов растений культуры, способствуя 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.

1. РОЛЬ ЛЮПИНА В БИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА (обзор литературы)

Среди всего многообразия сельскохозяйственных культур люпин выделяется рядом свойств, которые определяют ценность его использования в современном аграрном производстве. Прежде всего, люпин – ценное кормовое растение, которое по содержанию высококачественного белка и эффективности симбиотической азотфиксации не имеет себе равных среди других зерновых бобовых культур. К тому же благодаря низкой концентрации в люпине ингибиторов трипсина его можно использовать на корм любым видам сельскохозяйственных животных без предварительной термической обработки [153].

Важной биологической особенностью люпина является также способность хорошо расти и развиваться на почвах с низким плодородием, образуя при этом значительное количество вегетативной массы. Посевы люпина фиксируют 160-180 кг/га атмосферного азота, а при проведении инокуляции семян штаммами ризобий симбиотическая азотфиксация увеличивается до 300 кг/га, что соответствует 0,5-1,0 т аммиачной селитры [125, 135].

Люпин также считается одной из лучших средообразующих культур, повышающих плодородие почвы, улучшающих ее физическое, химическое и фитосанитарное состояние. Благодаря высокой растворяющей способности корневых выделений люпин способен извлекать фосфорную кислоту из фосфоритов почвы и дополнительно возвращать в пахотный слой до 20 кг/га P_2O_5 . Проникая в подпахотный горизонт почвы, корни люпина поглощают и возвращают в круговорот веществ промытые туда макро- и микроэлементы, предохраняя грунтовые воды от загрязнения. Возделывание люпина способствует также увеличению биологической активности почвы и очищению ее от различных токсикантов [6, 64, 141, 177].

Таким образом, люпин, оказывая многофункциональное положительное воздействие на почву, выполняет роль комплексного агроэкологического

и агротехнического резерва, способствующего увеличению урожайности всех полевых и кормовых культур севооборота, обеспечивающего средообразующую и средостабилизирующую роль в формировании почвенного плодородия. Кроме того, люпин – ценный источник высокобелковых кормов, имеющих первостепенное значение в интенсификации животноводства. Поэтому использование современных энергонасыщенных и дешевых кормовых средств на основе люпина в кормлении сельскохозяйственных животных способствует увеличению их продуктивности, снижению себестоимости продукции животноводства.

1.1. Кормовое и средообразующее значение люпина

Люпин – ценная высокобелковая кормовая культура, которая имеет огромное значение для нашей страны в интенсификации животноводства. Люпин – это прекрасный корм для всех видов скота и важный источник получения дешевого растительного полноценного белка [19, 23, 24, 156].

В семенах люпина в зависимости от вида и сорта содержание белка варьирует от 30 до 46%, а в сухом веществе зеленой массы – от 18 до 25% [15, 124, 136, 142]. Глобулины составляют основную фракцию белков люпина, на долю которых в общем белковом комплексе приходится 40-60%. Уровень альбуминов варьирует от 26 до 40%, а количество глютаминов не превышает 12%. Однако фракционный состав белка может существенно варьировать в зависимости от складывающихся метеорологических условий [90, 92]. Наиболее ценная по питательности фракция – альбумины. Они хорошо растворяются в воде и легко усваиваются в организме животных. Глобулины – это солерастворимые белки, которые также имеют высокую питательность. Глютелины растворяются только в щелочах, что объясняется большим содержанием аргинина. По своему качеству белок люпина равнозначен для комбикормовой и пищевой промышленности белку сои. Для оценки качества белка используют коэффициент переваримости и коэффициент биологиче-

ской ценности, составляющие у люпина в зависимости от сортовых особенностей соответственно 80-89% и 64-80%.

Белок люпина отличается богатым аминокислотным составом, содержит полный набор незаменимых аминокислот. Причем их содержание в белке варьирует в среднем от 35 до 50%. Наибольшее количество приходится на долю аргинина и лейцина + изолейцина [98, 91, 161].

В зависимости от вида люпина содержание в его семенах сырого жира колеблется от 3,7 до 21,5%. Жир люпина преимущественно состоит из высокоценных ненасыщенных жирных кислот. Большая часть от общей суммы высших жирных карбоновых кислот в семенах люпина приходится на линолевую и олеиновую кислоты, которые являются незаменимыми для животных. Их недостаток в кормах приводит к нарушению обменных процессов, поражению кожного покрова, снижению естественной резистентности организма к инфекционным болезням, продуктивности и воспроизводительной функции животных [161].

В семенах люпина по сравнению со злаковыми зерновыми культурами накапливается больше макроэлементов, таких как кальций, фосфор, калий, магний. Из микроэлементов преобладают марганец, цинк, медь, молибден, кобальт.

Истинная биологическая ценность кормов определяется не только количеством содержащихся в них питательных веществ, но и наличием антипитательных факторов. В настоящее время известно, что семена зерновых бобовых культур содержат вещества, которые могут значительно снижать их питательную ценность. Скармливание определенного количества кормов, содержащих антипитательные вещества, в большинстве случаев приводит к задержке в росте, гормональным и иным нарушениям функций отдельных органов животных и низкой окупаемости кормов.

Основными антипитательными факторами зерновых бобовых культур, оказывающими неблагоприятное влияние на организм животных, являются ингибиторы протеаз, дубильные вещества, гликозиды и алкалоиды.

Белок люпина содержит по сравнению с другими зерновыми бобовыми культурами наименьшее количество ингибиторов трипсина и химотрипсина, которые действуют на ферменты, ответственные за переваривание белка. Это позволяет использовать семена люпина на корм животным без предварительной термообработки [17, 42, 137].

Однако долгое время одним из факторов, ограничивающих широкое использование люпина на кормовые цели, являлось высокое содержание в нем алкалоидов. Алкалоиды относятся к токсическим веществам и представляют собой физиологически очень активные гетероциклические основания, содержащие азот. В семенах люпина содержится свыше 10 алкалоидов, при этом по распространению и количественному составу наибольший интерес представляют люпинин, люпанин, спартеин и гидроксилупанин. Эти вещества хорошо растворимы в воде, спирте и термостабильны. На уровень накопления алкалоидов в люпине оказывают влияние почвенно-климатические условия и агротехника возделывания. В настоящее время современные сорта кормового люпина, даже в годы с неблагоприятно складывающимися погодными условиями, содержат в основном менее 0,1% алкалоидов, что гораздо ниже предельно допустимой нормы для кормовых сортов (0,3%). Это позволяет использовать люпин в кормлении любых видов сельскохозяйственных животных без опасений и ограничений [141].

Благодаря высоким кормовым достоинствам люпин широко используется в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы. Зеленая масса люпина хорошо поедается как в свежем виде, так и в виде сена, сенажа и силоса. Причем даже продолжительное и обильное скармливание зеленой массы современных кормовых сортов люпина не сопровождается какими-либо вредными последствиями для животных. В свежем виде лучше всего использовать зеленую массу в более ранние фазы вегетации – бутонизации и цветения, когда она более охотно поедается животными, а переваримость ее питательных веществ наилучшая [135].

Благодаря высокому содержанию протеина и минимальному количеству антипитательных веществ зерно люпина широко используется в кормопроизводстве как концентрированный корм для животных и ценный компонент для приготовления различных белково-витаминно-минеральных добавок, улучшающих качество зернофуража собственного производства.

Хорошие результаты получают при скармливании зерна люпина мясным телятам. Нормы включения зерна люпина в рационы КРС составляют 10-15% от общей питательности суточного набора всех кормов. Большое значение имеет также технология приготовления кормов. Для повышения кормовой ценности зерна, улучшения переваримости и усвоения питательных веществ рекомендуется подвергать зерно специальной термической обработке, способствующей к тому же обеззараживанию зерна и улучшению вкусовых качеств [10].

В опытах Е.П. Ващекина, А.А. Менькова, Е.В. Крапивина, М.А. Ткачева, Г.Н. Бобковой, П.В. Костюковского [54] доказано, что использование зерна люпина в качестве основного источника протеина в рационах ремонтных и откармливаемых бычков увеличивает среднесуточные приросты. Скармливание ремонтным бычкам и бычкам, выращиваемым на мясо, зерна люпина позволяет получать большие приросты живой массы по сравнению с контрольными сверстниками, получавшими в рационе горох.

В.Ф. Радчиков [119] в своих исследованиях установил, что скармливание бычкам на откорме в составе комбикорма 15% гранулированного и экструдированного зерна люпина оказывает положительное влияние на физиологическое состояние животных, способствует увеличению потребления зеленых кормов и переваримости питательных веществ.

Довольно эффективно использование зерна люпина в кормлении свиней, улучшающее физиологическое состояние животных, повышающее интенсивность обмена веществ, резистентность организма. Оптимальной нормой включения зерна люпина в состав кормосмесей для свиней считается 20-25% от концентратной части рациона.

И.А. Егоров, Е.Н. Андрианова, А.С. Цыгуткин, А.Л. Штеле [49] рекомендуют включать в полнорационные комбикорма для бройлеров до 20% люпина белого вместо животных кормов и соевого шрота, что положительно влияет на увеличение живой массы птицы.

Результаты исследований А.Л. Штеле [162] показали, что замена в рационах кур-несушек соевого шрота и рыбной муки белым люпином в сочетании с ферментными препаратами обеспечивает повышение яйценоскости птицы.

Кроме высокой кормовой ценности люпин характеризуется также огромным агроэкологическим и энергоресурсосберегающим потенциалом, который до настоящего времени еще полностью не используется. Прежде всего, люпин является важной средообразующей культурой, способствующей повышению плодородия почв и улучшению ее физического, химического и фитосанитарного состояния [4, 74, 123, 159, 163]. Глубоко проникающая (до 2 м и более) мощная корневая система люпина рыхлит подпахотный горизонт, увеличивает мощность пахотного слоя, улучшает структуру [156]. Благодаря системе корневых ходов люпин повышает аэрацию почвы, увеличивает ее пористость и повышает влагоемкость, что способствует более рациональному использованию влаги на единицу урожая.

Люпину также нет альтернативы как незаменимому азотфиксатору, так как в симбиозе с клубеньковыми бактериями он способен фиксировать на гектаре до 300 кг атмосферного азота. Важной особенностью люпина является также способность извлекать фосфорную кислоту из фосфоритов почвы за счет высокой растворяющей способности его корневой системы. Н.М. Андреева [8] утверждает, что люпин также способен использовать калий из труднодоступных минералов. Кроме того, корни люпина, проникая в подпахотный горизонт почвы, поглощают и возвращают промытые туда макро- и микроэлементы, что предохраняет грунтовые воды от загрязнения [164].

Велика фитосанитарная роль люпина, заключающаяся в эффективной очистке полей от сорной растительности, вредителей и возбудителей болезней,

благодаря чему значительно повышается антифитопатогенный потенциал почвы и снижается поражаемость болезнями последующих культур [176, 191].

Таким образом, люпин благодаря своей азотфиксирующей и средоулучшающей способности обеспечивает сохранение почвенного плодородия и увеличение урожайности следующей за ним в севообороте полевой культуры. Максимально используя люпин в севооборотах, можно также решить проблему дефицита кормового растительного белка, существенно повысить качество и снизить себестоимость продукции животноводства. Поэтому необходимо значительное расширение в Центрально-Черноземном регионе посевных площадей, занятых люпином. Для этого требуется научно обоснованная оценка не только почвенно-климатических и экономических условий, но и биологических особенностей, агротехнологических приемов возделывания культуры.

1.2. Морфологические и биологические особенности люпина

На современном этапе развития аграрного производства Центрально-Черноземного региона Российской Федерации люпин можно рассматривать как наиболее высокоэффективную универсальную культуру, обладающую важными средообразующими свойствами, значительным кормопродукционным и энергоресурсосберегающим потенциалом [104].

По ботанической классификации род *Lupinus* L. (в переводе с латинского *lupus* – волк) относится к семейству бобовые (*Fabaceae* L.). Он очень полиморфный и объединяет в себе свыше 800 видов, которые представлены однолетними и многолетними травянистыми растениями, полукустарничками, полукустарниками, кустарниками. Однако в сельскохозяйственном производстве используется в основном четыре вида люпина – три однолетних (*Lupinus luteus* L., *Lupinus angustifolius* L., *Lupinus albus* L.) и один многолетний (*Lupinus polyphyllus* Lind.). Остальные виды люпина используются, главным образом, как декоративные растения [82].

Мы рассмотрим два вида – люпин узколистный и люпин белый, которые относятся к ценным однолетним кормовым зерновым бобовым культурам и взяты нами на изучение.

Люпин узколистный, или синий (*Lupinus angustifolius* L.), – травянистое хорошо облиственное растение высотой 80-150 см. Стебель прямостоячий, граненый, разветвленный по всей длине. Корневая система – стержневая, со множеством боковых разветвлений. На корнях формируются клубеньки, основная масса которых расположена на главном стебле. Клубеньки могут быть крупными, опоясывающими корень, и более мелкими, шаровидной формы. Листья пальчатые, имеют 7-9 узких, линейно-ланцетных листочков, опушенных с нижней стороны. Прилистники – шиловидные, на одну треть сросшиеся с черешком. Соцветие у узколистного люпина – это небольшая малоцветковая кисть, длиной 5-20 см. Расположение цветков в соцветии спиральное. Венчик без аромата различной окраски: белой, розовой, синей или фиолетовой. У растений преобладает самоопыление. Бобы продолговатые, несколько вздутые, длиной 3-5 см, содержат 4-6 семян. Семена шаровидно-яйцевидной формы, различной окраски. Характер рисунка определяется пятнистостью и мраморностью. Масса 1000 семян – 140-190 г. [19, 73,75, 82, 102, 139, 144].

Люпин белый (*Lupinus albus* L.) – травянистое среднеоблиственное растение высотой до 200 см. Корневая система – стержневая. Стебель прямостоячий, разветвленный в основном вверху. Лист пальчатый, состоит из 7-9 листочков, нижние листья тройчатые. Листочки имеют удлинено-овальную или удлинено-яйцевидную форму. Нижняя сторона листовой пластинки сильно опушенная. Прилистники крупные, клиновидно-заостренные, на треть сросшиеся с черешком. Соцветие – небольшая малоцветковая кисть с очередным расположением цветков. Цветки крупные, различной окраски (белые, светло-розовые, светло-голубые, синие), непахучие. Растения перекрестноопыляющиеся и самоопыляющиеся. Бобы крупные, длиной 7-15 см, шириной до 2,0 см, опушенные, содержат 3-6 семян. Семена крупные, округ-

ло-четырёхугольной формы, сплюснутые. Масса 1000 семян – 200-360 г. [5, 73, 127, 144, 156].

Виды и сорта люпина в эколого-географических регионах с различными агроклиматическими условиями ведут себя по-разному, что и определяет как количественный уровень, так и качественную характеристику получаемой семенной продукции. В то же время возделываемые виды люпина имеют ряд общих биологических особенностей, выражающихся в отношении к основным условиям жизни – влаге, теплу, свету, обеспеченности питательными веществами [73].

Люпин относится к влаголюбивым культурам. Первые признаки жизнедеятельности семени проявляют при поглощении воды примерно в полтора раза больше, чем весят сами. Гигроскопичность семян люпина сильно варьирует в пределах даже одного вида и обуславливается величиной и отчасти окраской семян. Поглощение влаги оболочкой семени производится всей поверхностью. Однако впитывающая способность семенной оболочки не везде одинакова. Наиболее благоприятными участками являются семявход и рубчик. Количество воды, поглощаемое набухающими семенами до начала прорастания, у люпина узколистного равно 170% от массы семян, у люпина белого – 113%. Для обеспечения этой потребности влагообеспеченность почвы доступной влагой в период посева должна быть не менее 14 мм в слое почвы 0-10 см [128, 156].

Отклонение от оптимальных значений во влагообеспеченности оказывает отрицательное воздействие на рост и развитие растений, урожайность зеленой массы и семян люпина, а также на продолжительность вегетационного периода культуры. Влажность почвы, равная 60-75% от наименьшей полевой влагоемкости, считается наиболее благоприятной для роста и развития люпина. Однако люпин способен переносить кратковременные засухи благодаря хорошо развитой корневой системе. Продолжительный недостаток влаги, как правило, резко снижает урожай зеленой массы и семян люпина. Избыточная влажность также отрицательно сказывается на урожайности люпи-

на. При этом удлиняется вегетационный период, усиливается поражение люпина грибными болезнями, происходит сильное израстание растения и затрудняется получение семян [19].

Многие авторы [6, 14, 19, 30, 62, 82, 128, 139] выделяют у люпина два периода, когда растения особенно чувствительны к недостатку воды. Первый критический период – это прорастание семян, второй – период формирования на растениях генеративных органов, начиная с фазы бутонизации и до плодообразования. Так, в период бутонизации - цветения у малоалкалоидных сортов люпина недостаток влаги вызывает сильное опадение цветков и завязей, что приводит к большим потерям в урожае семян.

Кроме того, характер метеорологических явлений за период вегетации, безусловно, резко отражается и на химическом составе зеленой массы и семян люпина. Во влажной почве лучше образуются клубеньки и, как следствие, происходит большее накопление протеина в самом растении. К тому же во влажные годы наблюдается значительное снижение содержания алкалоидов в люпине [156].

Люпин не только влаголюбивое, но и теплолюбивое растение. Благоприятный температурный режим при достаточной влажности почвы стимулирует рост во все фазы его развития, увеличивая продуктивность растений и сокращая период их вегетации.

Люпин узколистый из всех возделываемых однолетних видов люпина наименее требователен к теплу и является наиболее скороспелым. Продолжительность вегетационного периода составляет в среднем 90-120 дней в зависимости от складывающихся погодных условий и уровня почвенного плодородия. Оптимальная температура для прорастания семян люпина узколистного – 9-12 °С, минимальная – 2-4 °С. Для появления всходов люпина необходима сумма среднесуточных температур, равная 150 °С от даты посева. При этом всходы появятся тем быстрее, чем выше среднесуточная температура воздуха [48].

Наиболее благоприятные условия для получения высокого урожая семян люпина узколистного обеспечиваются при среднесуточной температуре воздуха 15-17 °С и сумме осадков 200-250 мм за период всходы - созревание. К весенним заморозкам люпин наиболее чувствителен в фазе всходов, первые настоящие листочки выдерживает понижение температуры до -3 °С, а в фазе нарастания листьев растения люпина выдерживают заморозки до -9 °С [12, 156]. Оптимальная сумма активных температур выше 10 °С, необходимая для формирования семян люпина узколистного, составляет 1800 °С [12, 48, 82].

Люпин белый – более теплолюбивое растение с повышенной потребностью в тепле в период налива и созревания семян. По сравнению с другими возделываемыми однолетними видами белый люпин наиболее позднезрелый. Вегетационный период его в среднем составляет 125-140 дней. Оптимальная температура для прорастания семян люпина белого – 15-16 °С, минимальная – 4-6 °С. Всходы белого люпина способны переносить заморозки до -2 °С. Сумма активных температур выше 10 °С, которая необходима от посева до созревания семян люпина белого, составляет 2100 °С. Понижение температуры в период вегетации растений люпина белого замедляет и удлиняет все фазы развития растений [127].

Все виды люпина относятся к светолюбивым растениям, что проявляется в их положительном гелиотропизме. В течение всего светового дня люпин поворачивает листья перпендикулярно падающим солнечным лучам. Растения люпина, выращенные при недостатке света, отличаются усиленным ростом стеблей, вытягиванием их, слабым развитием корневой системы и, как следствие этого, резким снижением семенной продуктивности [14]. На ранних этапах развития люпин лучше переносит затенение, чем на более поздних этапах жизни. Критические периоды в недостатке света – формирование бобов и созревание семян [41]. Более продуктивные растения люпина получают при повышенной интенсивности света.

Видам и сортам люпина соответствует определенная оптимальная плотность посева, которая обеспечивает наибольший коэффициент использования фотосинтетически активной радиации. Световой режим в стеблестое можно в значительной степени регулировать изменением сроков и способов посева, густоты стояния растений. Однако, несмотря на то, что у люпина коэффициент поглощения солнечного света выше, чем у других бобовых растений, он может эффективно его использовать только при оптимальных условиях влажности, тепла и питания [28, 43].

Большое влияние на развитие растений люпина оказывает также продолжительность освещения или отношение длины дня и ночи. Все кормовые люпины, возделываемые в нашей стране, относятся к растениям длинного дня, но степень выраженности этого признака существенно различается как по видам, так и по биотипам. Сокращение длины дня задерживает наступление фазы цветения. Наиболее сильно реагирует на изменение длины дня люпин узколистый [82, 155].

Люпин из всех зерновых бобовых культур менее требователен к почвенному плодородию, так как способен произрастать на бедных почвах. Однако для получения высоких и стабильных урожаев зеленой массы и семян люпина необходимо возделывать его на хорошо окультуренных почвах. Не рекомендуется возделывать люпин на кислых, малопроницаемых глинистых почвах с плотной подпочвой, а также с близко расположенными грунтовыми водами, так как они плохо аэрированы и в них затруднен процесс азотфиксации [30, 64, 137, 139]. Растения люпина на таких почвах выглядят угнетенными и значительно уменьшают продуктивность. Наилучшими для возделывания люпина являются среднесуглинистые черноземные, серые лесные и дерново-подзолистые почвы. Оптимальные агротехнические показатели почв: рН – 5,0-5,6 (переносит рН от 4,5 до 7,5), содержание гумуса – не ниже 1,5%, подвижного фосфора – не менее 120 мг/кг, обменного калия не менее 150 мг/кг, магния – не менее 120 мг/кг почвы.

Таким образом, люпин белый и узколистый различаются не только по морфологическим признакам, но и по отношению к основным факторам внешней среды. Так, люпин белый более засухоустойчивый вид, но требовательность к теплу и почвенному плодородию у него выше, чем у люпина узколистного.

1.3. Роль сорта в формировании семенной продуктивности растений

В настоящее время одним из основных средств аграрного производства и важнейшим элементом научно-технического прогресса в сельском хозяйстве, обеспечивающим получение необходимого количества высококачественной продукции, является сорт полевых культур. От сорта во многом зависит размер, качество и себестоимость полученного урожая [37, 126]. В настоящее время аграрное производство предъявляет высокие требования к селекционной науке. Сельскохозяйственным товаропроизводителям в современных экономических условиях нужны сорта, которые отвечают конкретным требованиям производства. Сорт выступает как инновация, а сортосмена – как эффективное направление инновационного процесса [3].

Сортом называется группа культурных растений, происходящих от одного или нескольких родоначальников, обладающих относительно одинаковыми, наследственно закрепленными хозяйственно-биологическими признаками и свойствами, которые в соответствующих природных и производственных условиях позволяют получать высокие урожаи хорошего качества [37, 40].

Сорт как динамичная биологическая система является самым доступным и радикальным средством повышения урожайности сельскохозяйственных культур, получения биологически ценной продукции, обеспечения экологической безопасности и надежности функционирования агроэкосистем, роста их ресурсо-, энергоэкономичности и рентабельности [84]. По мере развития научно-технического прогресса одни сорта сельскохозяйственных

культур заменяются другими, более урожайными. При создании новых сортов на первый план выдвигается задача достижения высокого генетически обусловленного потенциала их продуктивности, который при внедрении в аграрное производство реализовывался бы не менее чем на 70-80% [37]. Для получения сортов, соответствующих современным требованиям аграрного производства, необходимо глубокое селекционное изучение культуры по основным хозяйственно ценным признакам [160].

Любой сорт сельскохозяйственной культуры характеризуется совокупностью многих признаков и свойств. Признаками называются морфологические особенности и черты строения растений, которые условно делят на две группы – качественные и количественные. Свойствами называют физиологические, биохимические и технологические особенности растений. Хозяйственная значимость различных признаков и свойств растений неодинакова. К тому же каждый признак способен изменяться в широких пределах под влиянием онтогенеза и действий факторов внешней среды, приводя в зависимости от направленности изменений либо к усилению, либо к ослаблению адаптационных возможностей сорта [40]. Поэтому для получения максимально возможного и стабильного урожая полевых культур в конкретных почвенно-климатических условиях важен также правильный подбор сортов с комплексом определенных селектируемых признаков, обеспечивающих эффективность и устойчивость агроэкосистем.

Однако на формирование продуктивности любой сельскохозяйственной культуры влияет не только выбор сорта, но и другие важнейшие элементы технологии возделывания, которые осуществляются до и во время посева. Все, что проводится после посева, влияет, в основном, на сохранение уже заложенного урожая. Поэтому даже правильно подобранный для конкретных почвенно-климатических условий сорт может наиболее полно реализовать свой генетический потенциал только при соблюдении всех элементов технологии возделывания [67].

Прогресс селекции, несомненно, должен сопровождаться прогрессом технологий, так как сорт и условия, в которых он возделывается, и прежде всего агротехника, неразрывно связаны между собой. Высокий агрофон может наиболее полно использоваться только высокопродуктивными сортами. В свою очередь, высокая потенциальная продуктивность сортов может проявиться лишь в условиях высокой агротехники [40]. Поэтому новые сорта, наряду с высокой продуктивностью и технологичностью, должны обладать также приспособленностью к определённому уровню земледелия.

В настоящее время в условиях биологизации производства необходимо стремиться к повышению урожайности полевых культур за счет создания сортов интенсивного типа. К сорту как средству сельскохозяйственного производства предъявляются большие требования. Он должен обладать высокой и стабильной по годам урожайностью, комплексной устойчивостью к неблагоприятным условиям произрастания, болезням и сельскохозяйственным вредителям, должен быть также пластичным и отзывчивым на вносимые удобрения [40]. Степень интенсивности сорта целесообразно рассматривать как сочетание высокой потенциальной продуктивности и экологической устойчивости, при этом экологическая устойчивость сорта рассматривается как средство реализации высокой потенциальной продуктивности в неблагоприятных условиях среды [45]. Поэтому из всего ряда предъявляемых к сортам требований на первый план выдвигается устойчивость к экологическим факторам среды, лимитирующим формирование потенциально возможной продуктивности. Эта проблема особенно актуальна в районах с резким проявлением неблагоприятных для растений элементов климата. Поэтому изучение и оценка экологической пластичности сортов, их адаптации к реальным природно-климатическим условиям является важной задачей современного аграрного производства [67].

Следует также отметить, что более предпочтительным для производственного использования является сорт, который сочетает в себе высокую урожайность с низкими затратами возделывания. Таким образом, экологиче-

ски и экономически более ценными считаются сорта, способные при равных затратах на минеральные удобрения и средства защиты растений по сравнению с другими достигать более высокой урожайности, реагировать меньшим ее снижением на уменьшение доз удобрений и уровень пестицидной нагрузки [84].

Особого внимания заслуживают средообразующая и ресурсовосстанавливающая роль сортов. Зачастую современные сорта недостаточно приспособлены к формированию высокопродуктивных, экологически устойчивых агроэкосистем и агроландшафтов. При достижении сортом высокой потенциальной урожайности происходит снижение его ресурсовосстанавливающих свойств. Поэтому при создании новых сортов должно быть предусмотрено повышение не только продукционных, но также почвозащитных, фитосанитарных, азотфиксирующих, фитомелиоративных и других функций [67].

В настоящее время увеличение урожайности новых сортов достигается за счет повышения их устойчивости к неблагоприятным факторам внешней, а также через сопротивляемость к болезням и вредителям [190]. В этой связи для максимальной реализации своего генетического потенциала необходима адаптация сортов к конкретным агроэкологическим условиям [194].

Для оценки пригодности новых сортов к возделыванию в конкретных условиях и определения их пластичности проводится экологическое сортоиспытание, на основании результатов которого можно сделать правильный подбор структуры сортового состава с учетом зональных характеристик. Выбор сорта в этом случае должен определяться лимитирующими факторами региона, в котором его будут возделывать. Критерием отбора исходного материала для селекции является специфическая адаптация к неблагоприятным условиям среды, и в первую очередь к региональному типу засухи [192]. Правильный выбор сорта выступает важнейшим средством максимального использования почвенно-климатических, погодных, техногенных, трудовых, финансовых и других ресурсов конкретного региона [3].

В настоящее время в связи с повышенным интересом к проблеме дефицита растительного белка и воспроизводства плодородия почвы особое место в сельскохозяйственном производстве заняли зерновые бобовые культуры, к числу которых относится и люпин. Прежде всего, люпин привлекает своей неприхотливостью к почвенным условиям, способностью давать хорошие урожаи семян и зеленой массы с достаточно высоким содержанием сырого протеина, а также сравнительной дешевизной возделывания. Огромный биологический и энергосберегающий потенциал люпина, который до настоящего времени еще полностью не реализован, побуждает селекционеров к созданию и внедрению новых более ценных, адаптированных к конкретным условиям возделывания сортов люпина.

Практическая селекция люпина должна быть направлена на сочетание в одном организме таких признаков, как скороспелость, высокая продуктивность, повышенное содержание в семенах сбалансированного по аминокислотному составу белка, устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды, заболеваниям и максимальная способность реализовывать потенциальные возможности генотипа в благоприятных условиях вегетации. Все это требует всесторонней оценки исходного материала для каждой конкретной зоны. По мере усложнения селекционных задач возрастают и требования к полноте информации об исходном материале, рекомендуемом для использования в селекции. Поэтому селекционеры нуждаются в характеристике рекомендуемых для включения в гибридизацию линий и сортов по фенотипическому проявлению признаков в конкретных почвенно-климатических условиях.

В селекционном отношении люпин является относительно молодой культурой, так как первые его сорта начали создавать в 30-е годы XX столетия. За это время селекционным путем были преодолены такие недостатки люпина, как алкалоидность, низкая продуктивность, трахеомикозное увядание [77]. Современная селекция люпина имеет несколько направлений. По увеличению разнообразия хозяйственного использования селекция люпина

направлена на создание универсальных, зернофуражных, зеленоукосных и сидеральных сортов. Причем для каждого из направлений использования люпина разработаны специальные модели с параметрами селективируемых признаков [79].

Сорта универсального типа предназначены для разных способов хозяйственного использования: получения зерна, зеленой массы и на сидерационные цели. Такие сорта должны соответствовать всем критериям, предъявляемым к кормовым сортам, и прежде всего по концентрации антипитательных веществ. Сорта зернового типа возделываются для получения зерна, следовательно, их урожайность должна быть выше по сравнению с универсальными сортами. Сорта зеленоукосного использования должны обладать интенсивными темпами роста и высокой облиственностью. Сидеральные сорта люпина должны быть мелкосемянными, быстрорастущими, скороспелыми с продолжительностью вегетационного периода от посева до технологического использования 60-90 дней [78].

К другим перспективным направлениям селекции люпина относят повышение потенциала семенной продуктивности, достижение оптимальной продолжительности вегетационного периода, комплексной устойчивости к вирусным и грибным болезням [81]. Создание и внедрение в производство устойчивых к заболеваниям и вредителям сортов является наиболее экономически выгодным и экологически безопасным методом контроля фитосанитарного состояния посевов.

Важной задачей при создании сортов однолетних видов люпина является также селекция на скороспелость и стабильную урожайность. Скороспелые сорта, в свою очередь, должны обладать рядом других положительных качеств. Прежде всего, к ним следует отнести интенсивные темпы роста, позволяющие упростить борьбу с сорной растительностью в посевах люпина. Всем новым сортам узколистного люпина должен быть придан признак не-растрескиваемости и неосыпаемости бобов [1]. У сортов люпина желтого

необходимо устранить свойство преждевременного опадения цветков и бобов [80].

Для получения в засушливых условиях высоких и стабильных урожаев семян люпина большое значение имеет повышение засухоустойчивости. В направлении улучшения качества получаемой продукции важное место отводится дальнейшему увеличению содержания в семенах белка и повышению его биологической ценности. В отношении же белого люпина стоит также задача увеличить содержание масла в семенах (до 20% и более). Это позволит использовать семена люпина не только на корм животным, но и в пищу человека. Одним из больших недостатков семян люпина является высокое содержание в них труднопереваримой клетчатки, большая часть которой содержится в кожуре семян. Поэтому немаловажной является селекция люпина на тонкокожурность [81].

Важным направлением в селекции люпина является также создание сортов с высокой симбиотической способностью, активностью и эффективностью азотфиксации при взаимодействии с соответствующими штаммами клубеньковых бактерий.

В настоящее время селекционным путем уже созданы урожайные сорта кормового люпина с высоким содержанием белка, что является предпосылкой для успешного решения белковой проблемы в кормопроизводстве. Однако для гарантированного регионального семеноводства нужны новые высокопродуктивные сорта, которые способны максимально использовать агро- и биоклиматические ресурсы региона, в котором они возделываются. Внедрение в аграрное производство Центрально-Черноземного региона новых сортов люпина позволит уменьшить дефицит растительного белка и существенно повысить плодородие почвы. Почвенно-климатические условия региона довольно благоприятны для возделывания люпина белого на зернофураж. Но для этого необходимо провести агробиологическую оценку селекционного материала люпина и выявить сорта, наиболее адаптивные к условиям лесостепи Центрально-Черноземного региона. При этом предпочтение должно

отдаваться адаптивным высокопродуктивным сортам люпина, обладающим комплексом хозяйственно ценных признаков и обеспечивающим высокую семенную продуктивность, наибольшие сборы сырого протеина и жира при наименьших материально-энергетических затратах.

1.4. Отзывчивость люпина на применение минеральных удобрений

Успешное возделывание любой сельскохозяйственной культуры определяется комплексом агротехнических приёмов, которые наиболее полно соответствуют биологии растений в конкретных почвенно-климатических условиях. Зачастую некоторые приёмы возделывания являются эффективными в одной зоне и совершенно неприменимыми в другой, что связано с природными различиями. Поэтому оптимизация продукционного процесса культуры должна базироваться на совершенствовании агротехнических приёмов возделывания с учётом биологических требований растений и почвенно-климатического фактора.

Важнейшим способом направленного воздействия на процесс формирования продуктивности и параметров качества растениеводческой продукции считается регулирование условий минерального питания. Одним из основных параметров такого регулирования является внесение удобрений. Минеральные и органические удобрения тождественны природным соединениям и при внесении в почву включаются в биологический цикл почва – растение – продукция. При правильном использовании удобрения становятся важнейшим фактором повышения урожая и его качества. Благодаря им можно изменять направленность процессов метаболизма в желаемую сторону и вызывать большее накопление в растениях полезных для человека веществ. Питание растения – это достаточно сложный процесс, характер и интенсивность которого зависят от комплекса факторов. Поэтому при внесении удобрений необходимо учитывать не только биологические особенности культур, но и

почвенно-климатические условия, влияющие на доступность питательных веществ и скорость их усвоения [7].

Люпин традиционно считается культурой, не требовательной к почвенному плодородию и уровню кислотности почвенного раствора. Однако для получения высоких и устойчивых урожаев семян современных интенсивных сортов этой ценной зерновой бобовой культуры необходимо обеспечить растению достаточный фон минерального питания как макро-, так и микроэлементами [65, 130].

В настоящее время наиболее важным и дискуссионным является вопрос азотного питания зерновых бобовых культур, в том числе и люпина. До сих пор нет единого мнения об эффективности внесения минерального азота под люпин. По данным одних исследователей, азотные удобрения повышают урожайность люпина [122, 177, 178], других – не изменяют её [167], третьих – даже уменьшают, оказывая угнетающее действие на развитие азотфиксирующих клубеньков [112, 170, 185].

Люпин, как и любая высокобелковая культура, потребляет много азота. Так, при урожае сухой биомассы люпина 10 т/га и семян 4 т/га вынос азота с урожаем составляет 250-300 кг/га. При этом в нормальных условиях развития люпин за счет симбиотической азотфиксации способен на 70-80% удовлетворять свою потребность в азоте. Остальную потребность (20-30%) люпин обеспечивает за счет ассимиляции азота почвы [105, 113, 147].

Азотфиксация во многом зависит от интенсивности фотосинтеза. Кроме того, переход люпина на симбиотрофный тип питания азотом связан с обеспеченностью энергией углеводов процесса азотфиксации. Поэтому внесение основных питательных элементов, в том числе и азота, в почвы, обладающие низким естественным плодородием, должно стимулировать не только фотосинтез, но и азотфиксацию. Считается, что если в период образования симбиотического аппарата почва способна в достаточном количестве удовлетворить азотом растения люпина для формирования оптимальной фотосинтетической поверхности, то вносить азотные удобрения под люпин нецелесо-

образно. Однако в неблагоприятных почвенно-климатических условиях эффективность внесения азотных удобрений под люпин повышается, так как доступность почвенного азота для растений во многом определяется температурой и влажностью почвы. Поэтому данные о необходимости использования азотных удобрений на люпине имеют неоднозначный и даже противоречивый характер.

Так, Г.Г. Гатаулина, А.С. Цыгуткин, В.В. Навольнев [32] считают, что внесение минерального азота под люпин, особенно в высоких дозах, снижает симбиотическую азотфиксацию, угнетая образование клубеньковых бактерий.

Имеются также данные, свидетельствующие о том, что азотные удобрения в дозах от 20 до 60 кг/га д.в. либо не оказывают влияния на урожай люпина, либо снижают его [63, 146].

Г.С. Посыпанов [113] и Р. Martin [176] отмечают в своих работах, что под действием высоких доз азотных удобрений клубеньки на корнях люпина вообще могут не образовываться.

По мнению М.Е. Кобзыревой [61] и Э.А. Головки [34], азот минеральных удобрений на люпине приводит к снижению числа и массы клубеньков, уменьшению их нитрогеназной активности.

Многие исследователи также указывают на снижение активности нитрогеназы и уменьшение образования леггемоглобина клубеньков люпина при использовании азотных удобрений [22, 69, 115, 150, 154].

И.П. Такунов, А.С. Кононов, Т.Н. Слесарева [139] установили, что внесение под люпин азота в дозе 60 кг/га д.в. способствует интенсивному развитию растений с фазы бутонизации. При этом окраска листьев приобретает ярко-зеленый оттенок. Однако минеральный азот при этом приводит к снижению коэффициента симбиотической азотфиксации по сравнению с контрольным вариантом – без удобрений.

Данные исследований А.С. Шика и В.Н. Халицкого [157] показали, что внесение «стартовой» дозы азота (N_{15}) не оказывает влияния на урожайность семян люпина узколистного. Однако азотные удобрения существенно увели-

чивают семенную продуктивность люпина желтого. Кроме того, ученые также установили тенденцию к повышению содержания белка в зеленой массе узколистного люпина при использовании полного минерального удобрения в дозе $N_{15}P_{60}K_{100}$.

А.И. Яковлев [164] в своих исследованиях установил слабую реакцию люпина на внесение под посев небольших стартовых доз минеральных удобрений. Однако совместное применение бактериального удобрения и полного минерального удобрения в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ обеспечивало высокую урожайность зеленой массы и семян люпина белого. Превышение урожайности зеленой массы по отношению к контролю составило 28,3%, семян – 10,9%. При возделывании люпина узколистного применение бактериального удобрения совместно со стартовыми дозами полного минерального удобрения обеспечивало прибавку урожая зеленой массы на 13,8%, зерна – 15,2%.

А.С. Кононов и О.Н. Шкотова [67] установили, что внесение аммиачной селитры в дозе N_{60} в смешанных посевах ячменя с люпином благоприятно влияет на линейный рост стебля и биомассу обоих компонентов смеси по сравнению с контролем – без внесения удобрений.

По данным А.В. Голодной и В.Ю. Павленко [33], в монопосевах люпина узколистного внесение азотного удобрения в дозе N_{30} обеспечивало повышение урожайности семян на 0,07 т/га, а полное минеральное удобрение ($N_{30}P_{45}K_{45}$) увеличивало урожайность на 0,22 т/га.

Ж.А. Иванова [56] установила, что отзывчивость люпина на удобрения определяется уровнем окультуренности почв и естественным фоном почвенных клубеньковых бактерий. Так, в первый год посева люпина при возделывании его на зеленую массу на слабо- и среднеокультуренных почвах внесение полного минерального удобрения в дозе $N_{60}P_{45}K_{60}$ обеспечивало значительную прибавку урожая. На слабоокультуренных почвах при возделывании люпина на семена внесение полного минерального удобрения в дозе $N_{30}P_{45}K_{60}$ способствовало повышению семенной продуктивности, при этом прибавка урожая составила 62%.

В результате исследований П.Н. Калабашкина и Н.Ю. Коноваловой [60] было установлено, что внесение полного минерального удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ увеличивало урожайность зеленой массы люпина узколистного на 8,7 т/га, или на 33,6 %. Кроме того, полное минеральное удобрение оказывало также положительное влияние на питательную ценность зеленой массы люпина.

По данным В.Н. Наумкина, О.Д. Мещерякова, А.А. Муравьева, А.И. Артюхова, М.И. Лукашевича [100], на черноземной почве в условиях засухи инокуляция семян и полное минеральное удобрение в дозе $N_{30}P_{30}K_{60}$ оказывали положительное влияние на семенную продуктивность люпина, обеспечив прибавку урожайности 0,93 т/га, или 76,9%.

Н.А. Яковлев [165] при возделывании люпина узколистного на темно-серых лесных почвах рекомендует совместное использование соломы зерновых культур (5 т/га) и умеренных доз минеральных удобрений ($N_{24}P_{24}K_{24}$) по фону последствий сидерата (8-10 т/га). Данный прием обеспечивает урожайность семян в среднем 3,0 т/га с высокими показателями экономической и биоэнергетической эффективности возделывания.

Положительный эффект от внесения стартовых доз азотных удобрений установлен на почвах с недостатком элементов питания, легких по механическому составу, с кислой реакцией почвенного раствора [146], а также при складывающихся неблагоприятных погодных условиях в период образования клубеньков [20].

В отношении необходимости внесения фосфорно-калийных удобрений под люпин мнения ученых являются также довольно противоречивыми.

По мнению Г.С. Посыпанова [117], Е.П. Трепачева [147], В.Д. Панникова, В.Г. Минеева [106], J.S. Gladstones [170], люпин, несмотря на высокий уровень потребления питательных веществ, слабо отзывается на применение фосфорных и калийных удобрений. И.П. Проскура [121], Н. Michalek, M. Brummund [181], М.К. Рахуба, Л.Д. Чичко [124], А.Г. Холодов, С.Ф. Тимофеев [152], А.И. Горбылева, Н.М. Горелько [37] считают, что люпин до-

статочно хорошо использует последствие удобрений, и поэтому непосредственное внесение под него фосфора и калия является нецелесообразным. Особенно эффективно запасное внесение при использовании труднорастворимых форм фосфатов [168].

Мнения В.В. Бузмакова [20], В.Д. Панникова, В.Г. Минеева [106], В.Ф. Комарова [65], В.А. Ионас, И.Р. Вильдфлуш, С.П. Кукреш [58], Ю.Л. Гончарова, А.С. Евдокименко. [36] сходятся в том, что под люпин необходимо совместное применение фосфорных и калийных удобрений в умеренных дозах ($P_{30}K_{60}$ и $P_{60}K_{90}$).

Примерные дозы фосфорно-калийных удобрений для люпина в зависимости от содержания в почве доступного фосфора и калия приводят В.А. Ионас, И.Р. Вильдфлуш, С.П. Кукреш [58]. При содержании P_2O_5 менее 150 мг/кг почвы они рекомендуют вносить 50-60 кг д.в., 151-200 мг/кг почвы – 40-50 кг д.в., 201-300 мг/кг почвы – 30-40 кг д.в., а при содержании в почве доступного фосфора более 300 мг/кг – 20-30 кг д.в. При содержании K_2O менее 140 мг/кг почвы требуется вносить 70-80 кг д.в., 141-200 мг/кг почвы – 60-70 кг д.в., 201-300 мг/кг почвы – 50-60 кг д.в. и более 300 мг/кг почвы – 40-50 кг д.в.

Существует также мнение, что на полях с содержанием подвижных форм фосфора и калия свыше 120-150 мг/кг почвы вносить фосфорно-калийные удобрения под люпин нецелесообразно, так как это оказывает слабое влияние на повышение урожайности [72, 88, 143]. В то же время данные опытов J.P. Leuemoine [176] (1987) и H. Czyz [169] с желтым и узколистным люпином указывают на преимущество внесения высоких доз фосфорных и калийных удобрений, дающих значительные прибавки урожайности.

При внесении фосфорно-калийных удобрений под люпин необходимо также учитывать соотношение этих элементов. Если калий будет преобладать над фосфором, то это приведет к усилению развития листьев и репродуктивных органов, при равном соотношении элементов будет лучше развиваться вегетативная масса. Избыток фосфора по отношению к калию приве-

дет к уменьшению массы растения и массы бобов [38, 63]. Однако наиболее оптимальным считается соотношение между фосфором и калием 1:2.

При определении оптимального срока внесения фосфорно-калийных удобрений под люпин необходимо учитывать гранулометрический состав почвы. На легких почвах из-за опасности вымывания калия удобрения лучше вносить весной, а на суглинистых почвах – осенью под вспашку. Фосфорные удобрения рекомендуется заделывать глубоко, так как при подкислении почвенного раствора в прикорневой зоне происходит угнетение жизнедеятельности клубеньковых бактерий и снижается накопление биологического азота люпином [19]. Поэтому рядковое припосевное внесение фосфора под люпин также не применяют [6, 63].

Лучшими калийными удобрениями для люпина считаются высокопроцентные калийные соли, особенно сернокислый калий. Из фосфорных удобрений лучше всего для люпина подходят томасшлак, фосфоритная мука [156].

Для нормального развития растительного организма, получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур недостаточно применять только лишь макроудобрения, так как роль микроэлементов в питании растений также велика и многогранна. Оптимизация минерального питания растений и повышение эффективности удобрений связаны с обеспечением сбалансированного соотношения макро- и микроэлементов. Микроэлементы повышают активность многих ферментных систем в растительном организме, а также улучшают использование растениями вносимых макроудобрений и питательных веществ из почвы. Кроме того, микроэлементы ускоряют развитие растений, повышают их устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды, бактериальным и грибковым заболеваниям [21].

Любые изменения уровня обеспеченности элементами питания растений вызывают многочисленные ответные реакции организма. Недостаток одного элемента может приводить к тому, что определенные функции биохимических и физиологических реакций у растений не выполняются, а это

ведет к нарушению у них обмена веществ. При латентном недостатке микроэлементов внешние симптомы могут быть незаметны, однако внутренние процессы нарушаются, что ведет к снижению величины урожая и его качества. При обострении ситуации недостаток микроэлементов выражается в более или менее специфических симптомах на определенных органах растений, вызывая болезни неинфекционного характера, нередко приводящие к гибели растений. Избыток необходимого элемента может вызвать токсическое действие, которое приводит к снижению продукционных возможностей сельскохозяйственных культур. Помимо этого избыточные концентрации элемента влияют на поглощение других ионов, приводя к дисбалансу.

Многие исследователи отмечают высокую отзывчивость растений люпина на молибден, кобальт, бор и другие микроэлементы [18, 47, 60, 111, 120, 174]. Известно, что в процессе симбиотической фиксации азота важную роль играет молибден [93], т.к. он входит в состав ферментного комплекса нитрогеназы, фиксирующего азот воздуха. Медь также существенно влияет на симбиотическую фиксацию атмосферного азота бобовыми культурами, участвует в процессах фотосинтеза, поставки продуктов фотосинтеза в клубеньки и их включения в обмен веществ, в образовании клубеньков и активации биохимических процессов в них [131, 132, 133]. Входя в состав окислительно-восстановительных ферментов, медь положительно влияет на синтез гемоглобина и аминокислот [51]. В работах Я.В. Пейве [113] и П.И. Анспока [9] отмечается чувствительность бобовых культур к недостатку цинка и марганца, которые оказывают влияние на различные процессы симбиотической системы.

Н.С. Купцов, В.В. Гринь, И.И. Борисов, С.В. Васько [76] для получения высоких урожаев люпина рекомендуют обрабатывать люпин в фазе бутонизации борной кислотой в дозе 500 г/га и молибдатом аммония в дозе 100 г/га. Возможна также обработка семян борной кислотой в дозе 300 г/т и молибденово-кислым аммонием в дозе 250 г/т.

В исследованиях И.Н. Лаврика, А.И. Жатова [78] установлен высокий положительный эффект от применения микроудобрения Наномикс на показатели урожайности и качества семян люпина белого и узколистного в условиях северо-восточной Лесостепи Украины. Так, применение биопрепарата Ризогумин и микроудобрения Наномикс в сочетании с внекорневой подкормкой растений Наномиксом в фазе бутонизации обеспечило повышение содержания белка в семенах люпина узколистного на 4,17%, белого – 1,34%, и увеличение урожайности – на 28% как люпина белого, так и узколистного.

Б.А. Журавлев [26] в своих исследованиях доказал, что при использовании молибдена на фоне полного минерального удобрения ($N_{30}P_{60}K_{60}$) в растениях люпина значительно увеличивается содержание хлорофилла, возрастает ассимиляционная поверхность листьев, повышается число и масса клубеньков на корнях культуры, а также урожайность семян.

А.Э. Шинка [25] в своей работе отмечает, что опудривание семян люпина молибденом и бором повышает урожайность зеленой массы и зерна люпина, а также увеличивает содержание азота и жира в зерне.

В исследованиях И.А. Малоносковой [24] показано положительное влияние молибденового удобрения на ряде бобовых культур: клевере, люпине, вике, фасоли и горохе, внесение которого повышало урожай надземной массы растений на 11-47%, улучшало качество урожая, увеличивало содержание общего и белкового азота, витамина С.

Микроудобрения оказывают также заметное влияние на динамику прорастания семян люпина, способствуя более быстрому поступлению воды через оболочку семени [98]. Это особенно важно для люпина белого, обладающего плотной семенной оболочкой, препятствующей набуханию семян [189]. Кроме того, к семенам вместе с водой поступают растворенные в ней микроэлементы. Они локализуются главным образом в зародыше и первичных корешках, чем стимулируют и улучшают набухание и прорастание семян.

Установлено, что для нормального роста и развития растений наиболее эффективно применение хелатных микроудобрений, в которых микроэле-

менты находятся в биологически активной форме и длительное время не разлагаются в почве [134]. Одним из видов хелатных форм микроудобрений являются жидкие удобрительные стимулирующие составы (ЖУСС), которые показали высокую эффективность при разных способах применения на различных сельскохозяйственных культурах [26, 27, 70, 71, 107, 108, 151].

Таким образом, результаты исследований по эффективности применения минеральных удобрений на люпине неоднозначны, на их основании нельзя сформулировать определенные рекомендации для конкретного региона. Поэтому необходимость внесения удобрений нужно устанавливать исходя из результатов эксперимента в каждом конкретном случае в различных почвенно-климатических условиях.

2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Почвенно-климатические условия Белгородской области

Белгородская область – одна из важнейших сельскохозяйственных областей, входящих в состав Центрально-Черноземного региона Российской Федерации. Общая площадь ее территории составляет 2713,4 тыс. га. Она расположена на юго-западных и южных склонах Среднерусской возвышенности в бассейнах рек Днепра и Дона. Вследствие большой удаленности от морей и океанов область характеризуется умеренно континентальным климатом с теплым летом и сравнительно холодной зимой [31].

На территории области выделяют два климатических района – северо-западный и юго-восточный, которые заметно отличаются друг от друга по сумме температур и количеству осадков.

Средняя годовая температура воздуха на территории области изменяется от +5,4 на севере до + 6,7 на юго-востоке. Самый холодный месяц – январь. Безморозный период продолжается в среднем от 154 до 163 дней. Число дней со среднесуточной температурой воздуха выше 5°C изменяется от 187 на севере до 197 в южных районах. Этот показатель вводится потому, что большинство полевых культур, возделываемых в умеренном поясе, в том числе и в нашей области, начинает вегетировать при среднесуточных температурах 5°C и выше. Теплообеспеченность вегетационного периода определяется суммой среднесуточных температур от 10 °C и выше. Этот показатель варьирует от 2500 °C на севере области до 2800°C на юго-востоке [2, 31].

Осадки на территории области распределяются неравномерно, что связано с разнообразием рельефа. Годовая сумма осадков колеблется в пределах 450-590 мм. В отдельные годы сумма осадков может возрастать до 750 мм, в другие же снижаться до 260 мм [2]. Характерной особенностью области является также значительное колебание количества выпавших осадков не только в разные годы, но и по сезонам года. За период с апреля по октябрь на

территории области выпадает 65% годовой суммы осадков. Летние осадки часто выпадают в виде ливней, которые вызывают смыв наиболее легких и мелких частиц почвы, что приводит к разрушению почвенного покрова [31].

Продолжительность периода со снежным покровом в области составляет в среднем 120 дней. Первый снег выпадает в октябре-ноябре, наибольших значений снежный покров достигает в конце февраля – начале марта. Распределение снежного покрова зависит от рельефа местности, особенностей подстилающей поверхности и других факторов. Поэтому высота снежного покрова на территории области колеблется в больших пределах. В отдельные годы зимой возможны оттепели, которые приводят к полному разрушению снежного покрова [31].

Климат области оказывает непосредственное влияние на формирование почвенного профиля, определяя все протекающие в почве биохимические и физико-химические процессы.

Белгородская область расположена в черноземном центре России и пересекается зонами лесостепных и степных черноземов. Территория области неоднородна в почвенном отношении, так как здесь сформированы различные типы почв, среди которых преобладают черноземы и серые лесные почвы [11]. Черноземы оподзоленные занимают 2,4% площади области, черноземы выщелоченные – 23,2%, черноземы типичные – 36,1%, черноземы обыкновенные – 11,8%. Под лесной растительностью сформировались серые лесные почвы, представленные двумя подтипами – серыми лесными и темно-серыми лесными почвами, которые занимают соответственно 3,9 и 10,7% площади области [31].

В результате длительного использования в пашне почвы области претерпевают существенные изменения. Происходит сильное уплотнение, распыление и разрушение структуры верхнего слоя почвы, уменьшается содержание гумуса, питательных элементов, повышается кислотность, усиливаются эрозионные процессы, что приводит к снижению почвенного плодородия и, как следствие, уменьшению урожайности сельскохозяйственных культур.

Территория области характеризуется высокой степенью распаханности (около 70%), склоновым типом местности, ливневым характером выпадения осадков, малой облесенностью, что способствует развитию водной эрозии. Под влиянием эрозионных процессов в почвах резко уменьшается мощность гумусового горизонта, снижаются запасы гумуса, содержание макро- и микроэлементов, ухудшается структурность почвы, уменьшается скважность, влагоемкость и водопроницаемость. На территории области на долю смытых почв приходится 53,6% от общей площади, в том числе слабосмытые занимают 34,6%, среднесмытые – 12,3% и сильносмытые – 5,7% [11].

На территории Белгородской области 327,6 тыс. га (19,8%) почв с низким содержанием гумуса. Наибольшие площади с низким содержанием гумуса встречаются в районах формирования серых лесных, карбонатных, супесчаных и песчаных почв и на территориях с более интенсивным развитием эрозии.

Кислых почв (рН менее 5,5) на территории области – 554,4 тыс. га (33,5%), основные массивы которых расположены на серых лесных почвах, черноземах выщелоченных и оподзоленных. В юго-восточных районах области, где большое распространение получили карбонатно-меловые почвы, кислых почв нет.

Растительный покров области характеризуется чередованием лесов с луговой степью, представленных зональным и экстразональным типами растительности. Лесной фонд области составляет около 10%. Из лесных формаций для области наиболее характерны дубравы. На местах бывших вырубок и лесосек изредка встречаются березняки и осинники [11].

Таким образом, Белгородская область имеет довольно благоприятные почвенно-климатические условия для успешного развития аграрного производства и возделывания основных сельскохозяйственных культур, в том числе и люпина. Однако для получения высоких и устойчивых урожаев культур необходимо дальнейшее совершенствование структуры сельскохозяйственных угодий, использование современных достижений селекции, методов и приемов адаптивных технологий, учитывающих особенности агроландшафта и складывающиеся погодные условия.

2.2. Метеорологические условия в годы проведения исследований

Формирование урожая и качества семян кормового люпина находится в прямой зависимости от складывающихся погодных условий в период вегетации, которые накладывают свой отпечаток на все жизненные функции растительного организма. Полевые опыты проводили в годы, различающиеся по метеорологическим условиям, которые по-разному отразились как на отдельных показателях роста и развития растений, так и в целом на семенной продуктивности люпина.

Погодные условия вегетационных периодов люпина в годы проведения исследований были засушливыми, характеризовались значительными колебаниями температуры, относительной влажности воздуха и неравномерностью распределения осадков (таблица 1, 2).

Таблица 1. Подекадная температура воздуха

Месяц, декада	Температура воздуха, °С				Отклонение от средней многолетней, °С			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	средняя многолетняя	2013 г.	2014 г.	2015 г.	
Апрель	1	6,0	3,5	3,9	5,1	0,9	-1,6	-1,2
	2	11,5	9,5	8,6	7,5	4,0	2,0	1,1
	3	12,8	12,9	12,1	10,0	2,8	2,9	2,1
Май	1	17,9	12,2	13,3	13,3	4,6	-1,1	0,0
	2	22,0	20,1	14,7	14,9	7,1	5,2	-0,2
	3	20,0	21,0	20,6	15,6	4,4	5,4	5,0
Июнь	1	18,8	21,0	21,6	17,3	1,5	3,7	4,3
	2	22,2	15,7	21,5	17,6	4,6	-1,9	3,9
	3	21,6	15,7	20,9	18,9	2,7	-3,2	2,0
Июль	1	23,3	20,2	23,2	19,1	4,2	1,1	4,1
	2	21,5	23,0	18,4	20,5	1,0	2,5	-2,1
	3	17,0	22,4	23,2	20,0	-3,0	2,4	3,2
Август	1	20,1	24,5	22,8	19,6	0,5	4,9	3,2
	2	22,1	23,5	21,3	18,9	3,2	4,6	2,4
	3	18,5	17,5	20,0	17,5	1,0	0,0	2,5
За период вегетации		18,4	17,5	17,7	15,7	2,7	1,8	2,0

Примечание: температура воздуха по данным агрометеопоста Белгородского ГАУ

На рисунке 1 наглядно показаны отклонения среднемесячной температуры воздуха от среднемноголетней по годам исследований.

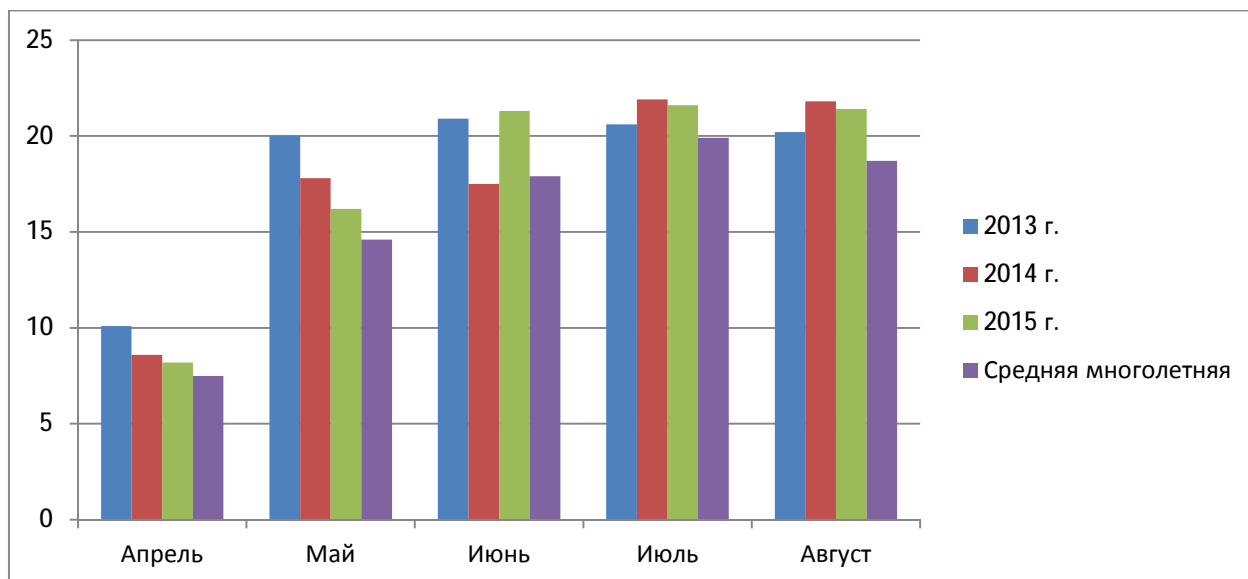


Рисунок 1. Среднемесячная температура воздуха, °С (2013-2015 гг.)

Весна в 2013 г. наступила рано и была довольно засушливой. В апреле сумма осадков составила 12,9% от месячной нормы, а температура воздуха превысила среднемноголетние значения на 2,6 °С. Погодные условия на ранних этапах вегетации люпина были довольно жесткими, так как в мае температура воздуха была на 5,4 °С выше климатической нормы, а сумма осадков составила 24,8 мм, или 51,7% от среднемноголетней. Июнь на 3,0 °С был теплее обычного, а осадков выпало 31,4 мм, или 49,8% от месячной нормы. Среднемесячная температура июля приближалась к среднемноголетнему значению и превысила климатическую норму лишь на 0,7 °С. Сумма осадков в июле была незначительной и составила 26,7 мм, что на 42,3 мм меньше среднемноголетней. В августе среднемесячная температура воздуха была на 1,5 °С выше нормы. Осадки выпадали неравномерно. Так, в первой декаде августа выпало 35,7 мм осадков, что на 78,5% выше нормы, а во второй декаде их не было вообще. Гидротермический коэффициент (ГТК) составил 0,45. При таком значении ГТК условия естественного увлажнения считаются недостаточными. В итоге неблагоприятные погодные условия в период ве-

гетации растений люпина негативно сказались на росте, развитии и семенной продуктивности культуры.

Весенне-летний период 2014 года был относительно засушливым. В апреле средняя температура воздуха была выше среднемноголетней на 1,1 °С, количество осадков было небольшим и составило 31,3 мм, или 76,3% от месячной нормы. Следует отметить, что третья декада апреля была очень теплой и характеризовалась превышением температуры на 2,9 °С от климатической нормы, а осадки в это время практически отсутствовали, что отрицательно сказалось на полевой всхожести люпина. В мае среднемесячная температура воздуха оказалась выше нормы на 3,2 °С, сумма осадков при этом составила 82,3% от среднемноголетних значений (таблица 2).

Таблица 2. Сумма атмосферных осадков

Месяц, декада	Сумма осадков, мм				Отклонение от средней многолетней, мм			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	средняя многолетняя	2013 г.	2014 г.	2015 г.	
Апрель	1	5,0	22,7	31,3	13,0	-8,0	9,7	18,3
	2	0,0	7,6	5,8	14,0	-14,0	-6,4	-8,2
	3	0,3	1,0	4,7	14,0	-13,7	-13,0	-9,3
Май	1	0,0	14,9	14,1	15,0	-15,0	-0,1	-0,9
	2	10,6	10,0	5,3	16,0	-5,4	-6,0	-10,7
	3	14,2	14,6	8,4	17,0	-2,8	-2,4	-8,6
Июнь	1	19,0	23,1	0,0	19,0	0,0	4,1	-19,0
	2	2,0	2,5	22,5	21,0	-19,0	-18,5	1,5
	3	10,4	101	27,0	23,0	-12,6	78,0	4,0
Июль	1	0,4	6,1	3,7	24,0	-23,6	-17,9	-20,3
	2	18,3	13,4	19,2	23,0	-4,7	-9,6	-3,8
	3	8,0	4,6	44,2	22,0	-14,0	-17,4	22,2
Август	1	35,7	1,4	0,0	20,0	15,7	-18,6	-20,0
	2	0,0	2,5	0,4	19,0	-19,0	-16,5	-18,6
	3	4,1	21,1	0,0	17,0	-12,9	4,1	-17,0
За период ве- гетаии		128,0	246,5	186,6	277,0	-149,0	-30,5	-90,4

Примечание: сумма осадков по данным агрометеопоста Белгородского ГАУ

На рисунке 2 наглядно показаны отклонения суммы осадков за месяц от среднемноголетней по годам исследований.

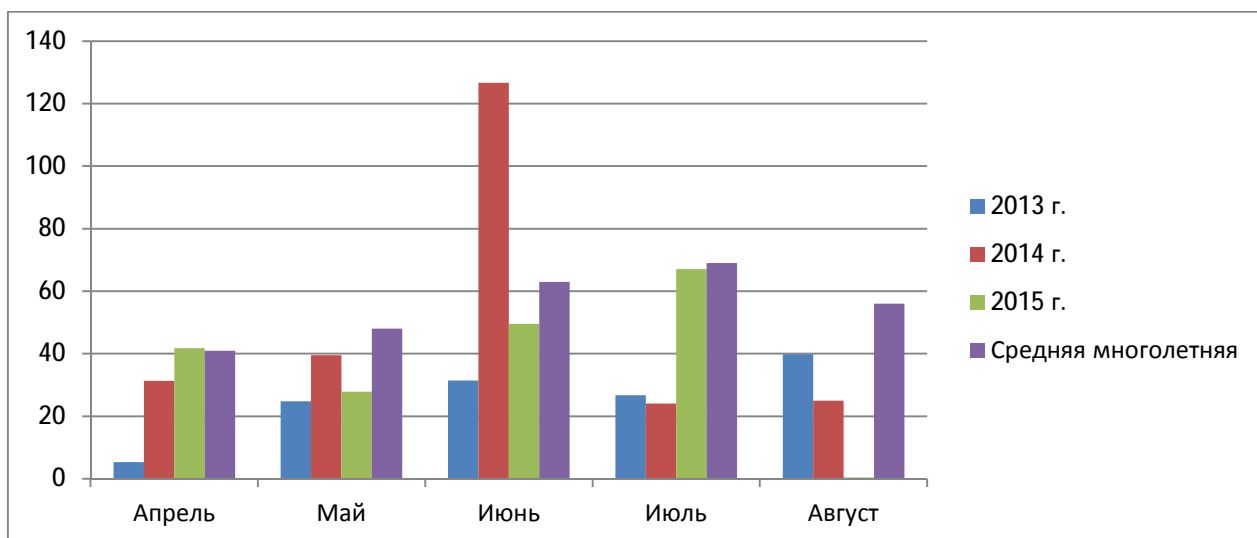


Рисунок 2. Сумма осадков за месяц, мм (2013-2015 гг.)

Первая декада июня 2014 года оказалась также намного теплее обычного. При этом средняя температура воздуха была выше нормы на $3,7^{\circ}\text{C}$. Со второй декады июня наблюдалось похолодание. Средняя температура воздуха во второй декаде оказалась ниже нормы на $1,9^{\circ}\text{C}$, в третьей – на $3,2^{\circ}\text{C}$. Сумма осадков, выпавших за июнь, была выше среднемноголетних значений на $63,6$ мм. Однако распределение осадков было неравномерным. Наибольшее количество выпало в третьей декаде июня – 101 мм, или $79,8\%$ от общей суммы за месяц. Средняя температура воздуха в июле оказалась на 2°C выше нормы, а сумма осадков составила $24,1$ мм, что меньше среднемноголетней на $44,9$ мм. Засушливые условия, сложившиеся во второй половине вегетации культуры, отрицательно сказались на продуктивности растений. Август также характеризовался высокой среднемесячной температурой воздуха, превышающей норму на $3,1^{\circ}\text{C}$, и недостатком влаги. Сумма осадков за месяц составила лишь $44,6\%$ от среднемноголетних значений. Гидротермический коэффициент составил $0,85$. Такое значение ГТК характеризует недостаточную влагообеспеченность для возделывания люпина.

В целом весенне-летний период 2015 года характеризовался повышенными температурами и недостатком влаги. Среднемесячная температура воздуха в апреле и общая сумма осадков за месяц незначительно отличались

от среднемноголетних значений. Однако осадки выпадали неравномерно, и в первую декаду апреля их сумма составила 31,3 мм, или 74,9% от их общего количества за месяц. Во вторую и третью декаду апреля количество выпавших осадков было ниже климатической нормы на 8,2 и 9,3 мм соответственно, что отрицательно сказалось на прорастании семян люпина и появлении всходов. В мае среднемесячная температура воздуха превысила норму на 1,6 °С, а сумма осадков составила лишь 57,9% от среднемноголетних значений. Июнь был теплее и засушливее по сравнению со среднемноголетними данными. Средняя температура воздуха превысила норму на 3,4 °С, а сумма осадков за месяц оказалась меньше среднемноголетней на 13,5 мм, или 21,4%. Июль характеризовался превышением температуры воздуха на 1,7 °С и неравномерным выпадением осадков. Первая декада месяца была очень засушливой, так как в этот период выпало всего лишь 3,7 мм осадков, что на 20,3 мм, или 84,6%, меньше нормы. Количество выпавших осадков во второй декаде оказалось меньше среднемноголетних значений на 3,8 мм, или 16,5%. В третью декаду июля осадки имели преимущественно ливневый характер, и их сумма превысила норму на 22,2 мм. Август был теплым и отличался острым дефицитом осадков. Сумма осадков за месяц составила лишь 0,4 мм, что на 99,3% меньше среднемноголетних значений. Гидротермический коэффициент составил 0,58. При таком значении ГТК погодные условия вегетационного периода считаются очень засушливыми.

Таким образом, наилучшие погодные условия для возделывания люпина за годы исследований сложились в 2014 году, так как в период бутонизации и цветения растений стояла теплая погода с достаточным количеством осадков. Самым неблагоприятным для возделывания люпина оказался 2013 год, характеризующийся значительным дефицитом влаги при избытке тепла на протяжении всей вегетации растений.

Рассмотрев имеющиеся отклонения среднемесячных температур и суммы осадков от среднемноголетних данных, можно заключить, что погодные условия весенне-летних периодов в годы исследований были жар-

кими и засушливыми. При возделывании люпина одним из основных факторов, лимитирующих урожайность, является влагообеспеченность. Поэтому в условиях недостаточного увлажнения наблюдаются значительные недоборы урожая культуры.

2.3. Программа и методика исследований

Экспериментальная работа проводилась в течение 2013-2015 годов на коллекционном питомнике кафедры растениеводства, селекции и овощеводства Белгородского ГАУ.

Почва опытного участка – чернозем типичный среднемощный 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 рамках программы исследований были проведены полевой и микрополевой опыты:

1. Формирование продуктивности люпина белого в зависимости от минеральных удобрений;
2. Агробиологическая оценка сортового состава кормового люпина.

В полевом опыте изучали влияние макро- и микроудобрений на рост и развитие, формирование фотосинтетического, симбиотического аппаратов растений, урожайность и качество семян люпина белого.

Объект исследований – высокоинтенсивный сорт люпина белого Дега, включенный в Госреестр селекционных достижений по 5 региону.

При определении действия отдельных видов удобрений, например азотных, фосфорных и калийных, недостаточно иметь схему, состоящую из четырех вариантов, то есть 1 – 0, 2 – N, 3 – P, 4 – K, так как эффективность удобрений часто обусловлена совместным их применением, или так называемым двойным минимумом, и схема будет такова: 1 – 0, 2 – N, 3 – P, 4 – K, 5

– NP, 6 – NK, 7 – PK, 8 – NPK. Эта восьмерная схема, построенная на принципе ортогональности, представляет все возможные сочетания из трех видов удобрений и дает полную и достоверную оценку их эффективности, если будут использованы все способы сравнения. Микроудобрения в восьмерной схеме целесообразно изучать по оптимальному варианту, на котором ожидается высокая эффективность данных удобрений, например по NPK.

Схема полевого опыта

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

Минеральные удобрения (аммиачную селитру, суперфосфат двойной, хлористый калий) вносили под предпосевную культивацию. Некорневую подкормку растений люпина проводили в фазе бутонизации жидкими удобрительными стимулирующими составами 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.

Посев люпина проводили зерновой сеялкой СН-16 в оптимальные сроки. Способ посева рядовой с шириной междурядий 15 см. Норма высева люпина белого – 1,3 млн шт. всхожих семян на гектар, глубина посева – 3-4 см. Почвенный гербицид Гезагард (3,0 л/га) вносили после посева люпина с расходом рабочей жидкости 200 л/га. Предшественник люпина белого – яровая пшеница, с разбрасыванием измельченной соломы по поверхности поля. Агротехника в опыте – принятая для возделывания зерновых бобовых культур в регионе. Площадь учетных делянок – 10 м², повторность четырехкратная,

размещение систематическое. Уборку урожая проводили поделяночно однофазным способом малогабаритным комбайном Sampo SR-2010.

В микрополевом опыте изучали морфологические признаки, физиологические свойства, особенности формирования урожая и качества семян сортов и сортообразцов кормового люпина, а также их адаптивность к почвенно-климатическим условиям лесостепи Центрально-Черноземного региона.

Объект исследования – сорта и сортообразцы люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) и люпина белого (*Lupinus albus* L.), зернофуражного направления, полученные от селекционных лабораторий 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, Высокослый 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.

Сорта люпина узколистного и белого, включенные в Госреестр селекционных достижений, различаются между собой по ряду признаков. Характеристика основных сортов кормового люпина приведена ниже.

Кристалл – сорт люпина узколистного универсального типа использования. Включен в Госреестр селекционных достижений РФ. Разновидность *albosyringeus*. Растение прямостоячее. Цветок синеvато-белый. Масса 1000 семян 140-170 г. Продолжительность вегетационного периода составляет 102-115 дней. По урожаю зерна и зеленой массы сорт относится к высокопродуктивным. В конкурсном сортоиспытании урожай зерна в среднем за три года составил 34,1 ц/га, укосной массы – 450 ц/га. Содержание белка в зерне – 35-38%, в сухом веществе зеленой массы – 18-19%. Сорт отличается экологической пластичностью, устойчив к растрескиванию бобов [195].

Витязь – сорт люпина узколистного универсального типа использования. Включен в Госреестр селекционных достижений РФ. Разновидность *candidus*. Растение средней высоты, индетерминантное. Цветок белый, кончик лодочки желтый. Масса 1000 семян составляет 120-130 г. Средний урожай сухого вещества зеленой массы 39,9 ц/га, максимальный – 83,4 ц/га. Средняя урожайность зерна – 12,1 ц/га, максимальная – 27,1 ц/га. Сорт устойчив к растрескиванию бобов и осыпанию семян на корню. Слабо поражается антракнозом и фузариозным увяданием всходов [195].

Радужный – сорт люпина узколистного универсального типа использования. Включен в Госреестр селекционных достижений РФ. Разновидность *miranovaе*. Растение средней высоты, прямостоячее. Лист светло-зеленый. Цветок белый. Семена имеют рисунок в виде коричневых пятен и точек. Рубчик удлиненный, хорошо выраженный, коричневого цвета. Семена крупные, округло-почковидной формы. Масса 1000 семян – 150-160 г. Средняя урожайность зерна в конкурсном сортоиспытании за годы изучения составила 29,4 ц/га, укосной массы – 250-485 ц/га. Сорт устойчив к растрескиванию бобов, имеет генетически заблокированное боковое ветвление на уровне ветвей второго-третьего порядка, отличается скороспелостью [195].

Смена – сорт люпина узколистного универсального типа использования. Включен в Госреестр селекционных достижений РФ. Разновидность *albosyringeus*. Сорт относится к обычному ветвистому морфотипу. Всходы имеют антоциановую окраску. Цветок сиренево-белый. Бобы коричневого цвета, имеют острый кончик и хорошо обозначенные семенные камеры. В условиях Брянской области период вегетации длится от 105 до 112 дней. Семена белые, округло-почковидной формы. Масса 1000 семян составляет 140-150 г. Содержание алкалоидов в семенах не превышает 0,04%. Сорт отличается генетически обусловленной устойчивостью к растрескиванию бобов и осыпанию семян, относительной устойчивостью к полеганию. Характеризуется высокой продуктивностью по зерну и зеленой массе. За два года изучения в конкурсном сортоиспытании обеспечил урожай зерна 34,2 ц/га [195].

Белозерный 110 – сорт люпина узколистного универсального типа использования. Включен в Госреестр селекционных достижений РФ. Разновидность *albosyringeus*. Vegetативные органы отличаются темно-зеленой окраской. Цветки сиреневые, крупные, семена белые, округло-почковидной формы. Масса 1000 семян составляет 135-150 г. Vegetационный период в условиях Брянской области варьирует от 94 до 105 дней. По продуктивности превышает стандартный сорт Кристалл на 10-15% и содержит в зерне на 0,02% меньше алкалоидов. Сорт отличается быстрым начальным ростом, устойчив к фузариозу и растрескиванию бобов [195].

Дега – сорт люпина белого универсального типа использования. Включен в Госреестр селекционных достижений РФ. Разновидность *vulgaris*. Растение средней высоты, прямостоячее. Тип растения детерминантный, быстрорастущий. Бобы формируются на главном стебле и укороченных боковых ветвях первого-второго порядков. Цветок крупный, светло-голубой с темно-синей лодочкой. Семена округло-угловатые, белого цвета. Масса 1000 семян – 250-350 г. Сорт высокоурожайный, средняя урожайность зерна в конкурсном сортоиспытании составила 41,0 ц/га, зеленой массы – 763 ц/га. Длина вегетационного периода составляет 115-130 дней. Сорт технологичен, устойчив к растрескиванию бобов и осыпанию семян на корню, высокоустойчив к полеганию, фузариозу, обладает полевой устойчивостью к антракнозу [195].

Деснянский 2 – сорт люпина белого универсального направления использования. Включен в Госреестр селекционных достижений РФ. Сорт среднеспелый. Длина вегетационного периода составляет 116 дней. Содержание белка в зерне – 36,3%, в сухом веществе зеленой массы – 20%. Тип растения быстрорастущий с обычным индетерминантным ветвлением. Сорт отличается высокой продуктивностью по зерну и зеленой массе. За три года изучения в конкурсном сортоиспытании урожай зерна составил в среднем 43,2 ц/га и зеленой массы – 584 ц/га. Сорт устойчив к фузариозу и растрескиванию бобов [195].

Алый парус – сорт люпина белого универсального типа использования. Включен в Госреестр селекционных достижений РФ. Растение средней высоты, прямостоячее, индетерминантное. Лист зеленый. Цветок розовый, кончик лодочки сине-черный. Боб длинный. Сорт отличается высокой продуктивностью по зерну и зеленой массе. Средний урожай зерна в конкурсном сортоиспытании составил 52,6 ц/га, зеленой массы – 647,6 ц/га. Сорт среднеспелый. Вегетационный период составляет 120 дней. Сорт устойчив к фузариозу и расстрескиванию бобов, антракнозом поражается на уровне стандарта [195].

Посев сортов и сортообразцов люпина проводили с междурядьями 15 см ручной сеялкой в оптимальные сроки. Норма высева люпина – 1,3 млн всхожих семян на гектар, глубина посева 3-4 см. Предшественник – яровая пшеница. Площадь учетных делянок в микрополевым опыте – 1,0 м², повторность четырехкратная, размещение систематическое. Уборку урожая проводили поделяночно вручную.

При закладке опытов руководствовались методикой полевого опыта по Б.А. Доспехову [46]. В процессе работы исследования сопровождались рядом учетов, наблюдений и лабораторных анализов.

Фенологические наблюдения проводили согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [89].

Высоту растений и накопление массы воздушно-сухого вещества определяли в соответствии с методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами ВНИИ кормов [91].

Площадь листовой поверхности растений определяли путем измерения параметров листовых пластинок (длина, ширина) с использованием поправочного коэффициента.

Фотосинтетический потенциал рассчитывали по методике Кидда, Веста, Бриг (Ничипорович А.А., 1961) [103].

Определение числа клубеньков и их массы проводили в фазе нарастания листьев, полного цветения и образования бобов по методике Г.С. Посыпанова [116].

Учет урожая проводили путем обмолота, взвешивания семян люпина со всей делянки и ее пересчета на 100% чистоту и 14% влажность.

Структуру урожая определяли в отобранных снопах с закрепленных площадок. Подсчитывали количество бобов и семян на растении. Взвешивали массу семян с одного растения, определяли массу 1000 семян.

Биохимический анализ семян выполняли в аналитической лаборатории Всероссийского научно-исследовательского института люпина по общепринятым методикам.

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.

Относительную засухоустойчивость сортов и сортообразцов люпина определяли путем проращивания семян в растворе сахарозы по методике А.М. Волковой, Н.Н. Кожушко, Б.И. Макарова [92].

Анализ адаптивного потенциала сортов и сортообразцов люпина проводили по методике Мироновского НИИ селекции пшеницы [49].

Расчет экономической эффективности проводили с использованием нормативов и расценок, действующих в 2013-2015 гг.

Расчет биоэнергетической эффективности проводили по методике В.В. Коринец, А.Ф. Козловцева, В.Н. Козенко [68].

Достоверность результатов исследований устанавливали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [46].

3. ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЮПИНА БЕЛОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Люпин белый – высокоинтенсивная культура, занимающая особое место в повышении содержания азота в почве и растительного белка в кормах. Урожайность и качество семян люпина формируются под влиянием абиотических и биотических факторов жизни. Максимальная продуктивность растений проявляется лишь при оптимальном сочетании всех факторов жизни. Действуя на интенсивность проявления элементов внешней среды, можно в определенной мере регулировать рост и развитие растений [100].

Одним из основных способов получения высоких урожаев люпина белого является создание благоприятных условий минерального питания, которые во многом зависят от содержания питательных элементов в почве, активности их потребления корневой системой и агрофизических свойств почвы. Для регулирования условий питания растений в различные периоды их жизни применяют минеральные удобрения. Поэтому важное место в изучении питания люпина занимают исследования по его отзывчивости на макро- и микроудобрения.

В наших исследованиях мы изучали особенности формирования урожая и качества семян люпина белого в зависимости от факторов внешней среды, а также от влияния различных видов и сочетаний минеральных макро- и микроудобрений. Для всесторонней оценки продуктивности посева люпина белого в зависимости от удобрений особое внимание было уделено изучению линейного роста, накоплению воздушно-сухого вещества и симбиотической активности растений. В засушливых условиях вегетации в годы проведения исследований на черноземных почвах юго-западной части Центрально-Черноземного региона применение минеральных удобрений оказывало положительное влияние на формирование фотосинтетического, симбиотического аппаратов растений, величину и качество урожая люпина, что обусловлено совокупностью сложных физиолого-биохимических процессов, протекающих в растительном организме.

3.1. Характеристика вегетационного периода люпина белого

Для сравнительной оценки влияния различных видов и сочетаний минеральных удобрений на формирование урожая и качество семян люпина белого необходимо располагать данными о темпах роста и развития растений в течение всего периода вегетации. Анализ морфологических изменений отдельных органов и габитуса растений люпина в процессе его развития принято проводить по фенологическим фазам. На продолжительность прохождения конкретных этапов органогенеза люпина, фаз развития и вегетационного периода в целом существенное влияние оказывают генетические особенности сорта, почвенно-климатические условия и уровень агротехники.

В наших полевых исследованиях наступление основных фенологических фаз развития и продолжительность вегетации растений люпина в большей степени зависели от складывающихся погодных условий, чем от изучаемых удобрений.

Посев люпина белого в полевом опыте в годы исследований проводили в оптимальные сроки при достижении физической спелости почвы и прогревании посевного слоя до 6-7 °С. Так, в 2013 году люпин белый был посеян 19 апреля, в 2014 году – 15 апреля, в 2015 году – 16 апреля. По результатам наблюдений в условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона наступление и продолжительность основных фаз развития растений люпина белого менялись за годы исследований.

Люпин белый – влаголюбивая культура, поэтому он плохо развивается в засушливых условиях вегетации. У люпина выделяют два критических периода по чувствительности к дефициту воды – прорастание семян и период формирования генеративных органов. В наших исследованиях продолжительность периода посев – полные всходы у люпина белого зависела от влажности почвы. В наиболее засушливых весенних условиях 2013 года фаза полных всходов была зафиксирована на 1-2 суток позже по сравнению с 2014 и 2015 годами. Также было отмечено, что продолжительность данного периода в годы

проведения исследований не различалась по вариантам опыта, то есть не зависела от изучаемых минеральных удобрений (приложение 1, 2, 3).

Во все годы проведения исследований растения люпина белого развивались ускоренно. Скороспелость люпина является исключительно важным признаком, от которого зависит устойчивое семеноводство и расширение ареала возделывания этой ценной зернобобовой культуры. Основными факторами, влияющими на прохождение фенологических фаз люпина белого на всех этапах развития, были температура воздуха и влагообеспеченность. В условиях повышенных температур и недостатка влаги в почве в годы проведения исследований период вегетации люпина заметно сокращался.

Наибольшая продолжительность межфазных периодов бутонизация – цветение и цветение – образование бобов была отмечена в 2014 году, что связано с обильным количеством выпавших в июне осадков. Период от всходов до созревания люпина в 2014 году по вариантам опыта оказался на 7-10 суток продолжительней по сравнению с 2013 и 2015 годами, которые характеризовались более засушливыми погодными условиями (таблица 3).

Таблица 3. Продолжительность периодов развития растений люпина белого, суток (2013-2015 гг.)

Вариант опыта	Всходы – созревание				Посев – созревание			
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013- 2015 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2013- 2015 г.
Контроль – без удобрений	98	105	97	100	114	119	112	115
N ₆₀	98	107	97	101	114	121	112	116
P ₆₀	94	103	95	97	110	117	110	112
K ₆₀	94	104	96	98	110	118	111	113
N ₆₀ P ₆₀	97	105	97	100	113	119	112	115
N ₆₀ K ₆₀	97	106	96	100	113	120	111	115
P ₆₀ K ₆₀	94	104	97	98	110	118	112	113
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	94	104	97	98	110	118	112	113
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	94	103	94	97	110	117	109	112
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	94	103	94	97	110	117	109	112

Продолжительность вегетации люпина белого в среднем за годы исследований варьировала по вариантам опыта от 97 до 101 суток. Применение азотного удобрения (N_{60}) привело к увеличению продолжительности периода вегетации люпина на 1 сутки по сравнению с контролем. Фосфорное удобрение (P_{60}) и комплексное применение макро- и микроудобрений ($N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$, $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$) способствовало сокращению периода вегетации на 3 суток по сравнению с контрольным вариантом.

Таким образом, применение макро- и микроудобрений является высокоэффективным агротехническим приемом, так как оказывает существенное влияние на продолжительность вегетации люпина белого.

3.2. Линейный рост растений и динамика накопления массы воздушно-сухого вещества люпина белого

При возделывании люпина важнейшими морфологическими показателями являются линейный рост и масса растений, из которых в дальнейшем складывается их продуктивность. Поэтому для всесторонней оценки влияния минеральных макро- и микроудобрений на растения люпина белого важно в течение вегетации определить их высоту и накопление массы воздушно-сухого вещества.

Рост растений – физиологический процесс, отражающий баланс процессов синтеза и распада веществ в растительном организме при его взаимодействии с условиями внешней среды. Высота растений является одним из сортовых признаков культуры, характеризующихся увеличением линейных размеров вегетативных и генеративных частей стебля. Однако кроме сортовых качеств немаловажное значение имеют почвенно-климатические условия и агротехника возделывания, от которых напрямую зависит не только рост и развитие растений, но и в целом продуктивность культуры.

Наблюдения за линейным ростом растений люпина белого показали, что, несмотря на засушливые погодные условия, высота растений варьировала в зависимости от использования минеральных макро- и микроудобре-

ний, а различия начали проявляться с фазы нарастания листьев (приложение 4, 5, 6).

В наших полевых опытах при совместном применении макро- и микроудобрений $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$ и $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$ во все фазы вегетации была отмечена наибольшая высота растений, которая в фазе образования бобов составила соответственно 63,3 и 62,4 см, что выше контроля на 10,1 см, или 19,0%, 9,2 см, или 17,3%. Различия по высоте растений между данными вариантами опыта и контролем существенны на 5% уровне значимости. Отклонения по высоте между вариантами опыта $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$ и $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$ не выходят за пределы $НСР_{05}$ (таблица 4).

Таблица 4. Динамика высоты растений люпина белого в зависимости от минеральных удобрений (2013-2015 гг.)

Вариант опыта	Средняя высота растений, см				
	нарастание листьев	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов
Контроль – без удобрений	14,6	19,4	27,4	38,9	53,2
N_{60}	16,2 ⁺	21,5	29,9 ⁺	41,3 ⁺	56,7 ⁺
P_{60}	15,3	20,4	28,8	40,5	55,4
K_{60}	16,7 ⁺	22,6 ⁺	30,6 ⁺	42,8 ⁺	57,6 ⁺
$N_{60} P_{60}$	17,4 ⁺	23,0 ⁺	31,5 ⁺	43,3 ⁺	58,2 ⁺
$N_{60} K_{60}$	18,0 ⁺	24,1 ⁺	32,0 ⁺	44,8 ⁺	59,4 ⁺
$P_{60} K_{60}$	18,8 ⁺	25,0 ⁺	33,2 ⁺	45,9 ⁺	60,6 ⁺
$N_{60}P_{60}K_{60}$	19,4 ⁺	26,2 ⁺	34,5 ⁺	46,9 ⁺	61,5 ⁺
$N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$	21,0 ⁺	27,9 ⁺	36,4 ⁺	49,1 ⁺	63,3 ⁺
$N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$	20,3 ⁺	27,1 ⁺	35,3 ⁺	48,2 ⁺	62,4 ⁺
$НСР_{05}$					
2013 год	1,2	1,4	1,4	1,5	1,8
2014 год	1,5	2,3	1,7	2,2	2,4
2015 год	1,4	2,1	1,6	2,0	2,3

Примечание: (+) в таблице выделены варианты, достоверно превышающие контроль на 5% уровне значимости

При внесении $N_{60}K_{60}$, $P_{60}K_{60}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$ высота растений была несколько ниже и в фазе образования бобов составила соответственно 59,4 см, 60,6 и 61,5 см, превысив контроль на 6,2 см, или 11,7%, 7,4 см, или 13,9%, и 8,3 см

или 15,6%, что математически доказано на 5% уровне значимости. Отклонения по высоте растений между данными вариантами опыта несущественны. На вариантах опыта N_{60} , K_{60} и $N_{60}P_{60}$ высота растений люпина варьировала от 56,7 до 58,2 см, что также достоверно выше контроля. Превышение высоты растений на данных вариантах опыта по сравнению с контролем составило 3,5-5,0 см, или 6,6-9,4%. Различия по высоте растений между вариантом с применением фосфорного удобрения P_{60} и контролем находились в пределах ошибки опыта.

Таким образом, азотные, фосфорные и калийные минеральные удобрения в парном и тройном сочетаниях способствовали существенному увеличению высоты растений люпина белого сорта Дега. При одностороннем внесении влияние их на линейный рост растений снижалось, однако отклонения по высоте между контролем и вариантами N_{60} и K_{60} также оказались существенно значимы.

Темпы роста и линейные приросты растений люпина белого различались в межфазные периоды вегетации. В начальные периоды развития приросты высоты растений были небольшими и варьировали в межфазный период нарастание листьев – ветвление от 4,8 до 6,9 см. На вариантах опыта с полным минеральным удобрением, комплексным применением макро- и микроудобрений в данный межфазный период были отмечены наибольшие линейные приросты, которые превысили контроль на 2,0-2,1 см.

Интенсивный рост стебля растений люпина белого начался с фазы бутонизации и постепенно увеличивался. В межфазный период бутонизация – цветение приросты высоты растений варьировали по вариантам опыта от 11,4 до 12,9 см. Варианты опыта с азотно-калийным, фосфорно-калийным удобрением, комплексным использованием макро- и микроудобрений отличались в данный межфазный период наибольшими линейными приростами, которые превысили контроль на 1,2-1,4 см. Максимальные приросты высоты растений люпина белого от 14,2 до 15,4 см были отмечены в межфазный период

цветение – образование бобов. Внесение N_{60} обеспечило в данный период наибольший межфазный прирост высоты растений люпина, который на 1,1 см был выше, чем на контроле (таблица 5).

Таблица 5. Межфазные приросты высоты растений люпина белого в зависимости от минеральных удобрений (2013-2015 гг.)

Вариант опыта	Приросты высоты в межфазные периоды, см			
	нарастание листьев-ветвление	ветвление-бутонизация	бутонизация-цветение	цветение-образование бобов
Контроль – без удобрений	4,8	8,0	11,5	14,3
N_{60}	5,3	8,4	11,4	15,4
P_{60}	5,1	8,4	11,7	14,9
K_{60}	5,9	8,0	12,2	14,8
$N_{60} P_{60}$	5,6	8,5	11,8	14,9
$N_{60} K_{60}$	6,1	7,9	12,8	14,6
$P_{60} K_{60}$	6,2	8,2	12,7	14,7
$N_{60} P_{60} K_{60}$	6,8	8,3	12,4	14,6
$N_{60} P_{60} K_{60}$ + ЖУСС-2	6,9	8,5	12,7	14,2
$N_{60} P_{60} K_{60}$ + ЖУСС-3	6,8	8,2	12,9	14,2

Аналогичные закономерности были выявлены при изучении среднесуточных приростов высоты растений люпина (рисунок 3).

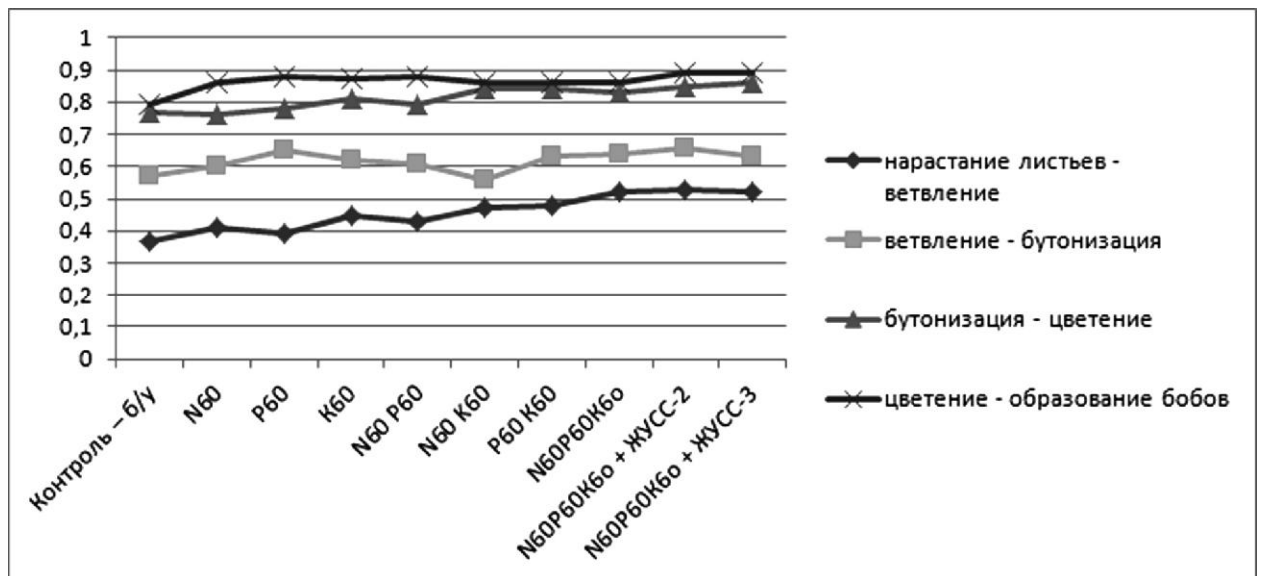


Рисунок 3. Среднесуточные линейные приросты растений люпина в зависимости от минеральных удобрений, см/сут. (2013-2015 гг.)

Наибольшие среднесуточные приросты высоты растений люпина были отмечены в межфазный период цветение – образование бобов, которые варьировали по вариантам опыта от 0,79 до 0,89 см/сут.

Нашими исследованиями также предусматривалось изучить влияние минеральных удобрений на накопление массы воздушно - сухого вещества растениями люпина белого. В засушливых условиях вегетации в годы проведения исследований наибольшая масса воздушно - сухого вещества была отмечена на вариантах опыта с комплексным использованием макро- и микроудобрений (приложение 7, 8, 9). 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, что на 4,7 г, или 20,1%, 6,5 г, или 27,8%, 5,6 г, или 23,9%, выше, чем на контроле. Различия по массе воздушно-сухого вещества между данными вариантами опыта и контролем доказаны на 5% уровне значимости (таблица 6).

Таблица 6 – Динамика массы воздушно-сухого вещества растений люпина белого в зависимости от минеральных удобрений (2013-2015 гг.)

Вариант опыта	Средняя масса растений, г				
	нарастание листьев	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов
Контроль – без удобрений	1,3	2,0	4,8	11,2	23,4
N_{60}	2,1	2,9	5,9	12,5 ⁺	24,8 ⁺
P_{60}	1,6	2,4	5,4	11,8	24,1
K_{60}	2,3 ⁺	3,4 ⁺	6,2 ⁺	13,1 ⁺	25,7 ⁺
$N_{60} P_{60}$	2,8 ⁺	3,9 ⁺	6,6 ⁺	13,5 ⁺	25,9 ⁺
$N_{60} K_{60}$	3,0 ⁺	4,4 ⁺	7,3 ⁺	14,1 ⁺	26,7 ⁺
$P_{60} K_{60}$	3,4 ⁺	4,8 ⁺	7,7 ⁺	14,8 ⁺	27,4 ⁺
$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,7 ⁺	5,1 ⁺	8,0 ⁺	15,4 ⁺	28,1 ⁺
$N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$	4,4 ⁺	5,8 ⁺	8,9 ⁺	17,1 ⁺	29,9 ⁺
$N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$	4,0 ⁺	5,4 ⁺	8,5 ⁺	16,4 ⁺	29,0 ⁺
НСР ₀₅					
2013 год	0,8	0,7	0,8	1,0	0,9
2014 год	1,1	1,5	1,4	1,5	1,6
2015 год	0,5	0,8	1,1	1,3	1,5

Примечание: (+) в таблице выделены варианты, достоверно превышающие контроль на 5% уровне значимости

Масса воздушно-сухого вещества растений на варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-2 оказалась выше на 0,9 г по сравнению с вариантом $N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-3, что статистически незначительно.

При внесении $N_{60}K_{60}$, $P_{60}K_{60}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$ масса воздушно-сухого вещества в этой фазе была несколько ниже и составила соответственно 26,7 г, 27,4 г и 28,1 г, превысив контроль на 3,3 г, или 14,1%, 4,0 г, или 17,1%, 4,7 г, или 20,1%, что статистически достоверно. На вариантах опыта K_{60} и $N_{60}P_{60}$ масса воздушно-сухого вещества составила 25,7 и 25,9 г, что на 2,3-2,5 г больше по сравнению с контролем. Данные различия между вариантами K_{60} , $N_{60}P_{60}$ и контролем существенны на 5% уровне значимости. Отклонения по массе воздушно-сухого вещества между вариантом с азотным удобрением N_{60} и контролем оказались в пределах ошибки опыта. Внесение фосфорного удобрения P_{60} также не оказывало достоверного увеличения массы воздушно-сухого вещества растений люпина.

Таким образом, при одностороннем внесении азотного, фосфорного и калийного удобрения на ранних этапах развития люпина белого не было существенного увеличения массы воздушно-сухого вещества растений. В фазе цветения и образования бобов достоверное увеличение массы растений по сравнению с контролем было отмечено лишь на варианте с азотным удобрением. В парных и тройном сочетании минеральные удобрения обеспечивали статистически значимое на 5% уровне значимости увеличение массы воздушно-сухого вещества во все фазы развития люпина.

На ранних этапах развития люпина белого межфазные приросты массы воздушно-сухого вещества растений люпина были небольшими. Так, в межфазный период нарастание листьев – ветвление они варьировали по вариантам опыта от 0,7 до 1,4 г. В межфазный период ветвление – бутонизация приросты массы воздушно-сухого вещества увеличились до 2,7-3,1 г, что по сравнению с предыдущим межфазным периодом на 1,7-2,0 г больше. Максимальные приросты массы воздушно-сухого вещества растений люпина были отмечены в межфазный период цветение – образование бобов и составили 12,2-12,8 г (таблица 7).

Таблица 7. Межфазные приросты массы воздушно-сухого вещества растений люпина белого в зависимости от минеральных удобрений (2013-2015 гг.)

Вариант опыта	Прирост массы растений в межфазные периоды, г			
	нарастание листьев – ветвление	ветвление – бутонизация	бутонизация – цветение	цветение – образование бобов
Контроль – без удобрений	0,7	2,8	6,4	12,2
N ₆₀	0,8	3,0	6,6	12,3
P ₆₀	0,8	3,0	6,4	12,3
K ₆₀	1,1	2,8	6,9	12,6
N ₆₀ P ₆₀	1,1	2,7	6,9	12,4
N ₆₀ K ₆₀	1,4	2,9	6,8	12,6
P ₆₀ K ₆₀	1,4	2,9	7,1	12,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,4	2,9	7,4	12,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	1,4	3,1	8,2	12,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	1,4	3,1	7,9	12,6

Высокие среднесуточные приросты массы воздушно-сухого вещества растений люпина белого были отмечены в межфазный период бутонизация - цветение и составили 0,43-0,59 г/сут., что на 0,23-0,35 г/сут. больше по сравнению с предыдущим периодом (рисунок 4).

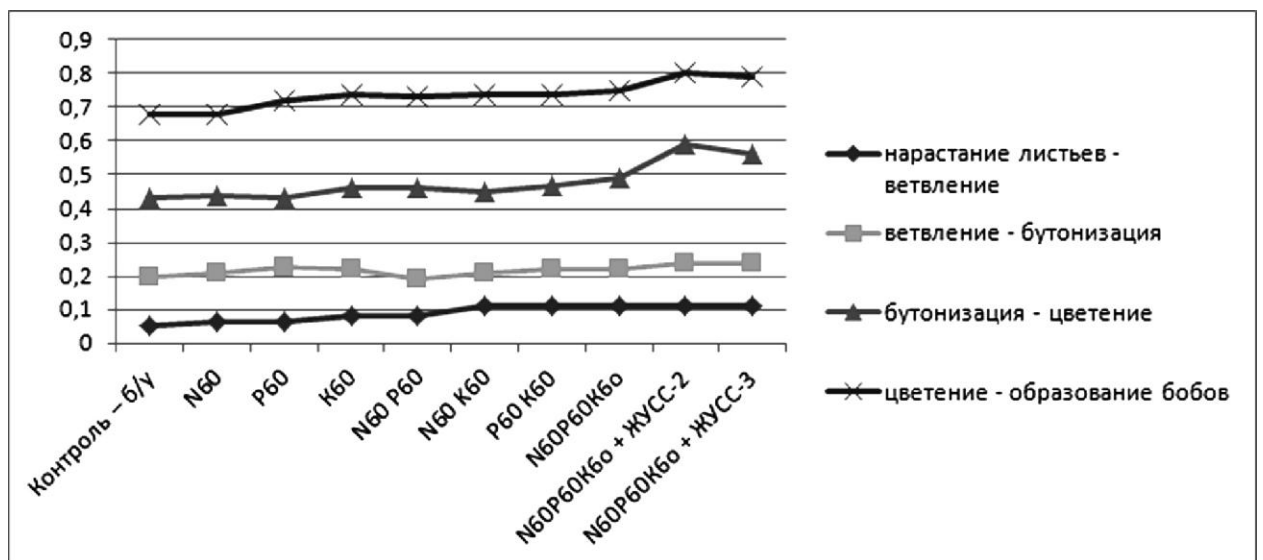


Рисунок 4. Среднесуточные приросты массы воздушно-сухого вещества растений люпина белого в зависимости от минеральных удобрений, г/сут.

(2013-2015 гг.)

При внесении полного минерального удобрения совместно с жидкими удобрительными стимулирующими составами ($N_{60}P_{60}K_{60}$ +ЖУСС-2, $N_{60}P_{60}K_{60}$ +ЖУСС-3) в данный межфазный период были получены наибольшие среднесуточные приросты массы воздушно-сухого вещества, которые составили 0,59 и 0,56 г/сут., что на 0,13-0,16 г/сут. больше по сравнению с контролем.

Межфазный период цветение – образование бобов характеризовался максимальными среднесуточными приростами массы воздушно-сухого вещества растений люпина, которые варьировали по вариантам опыта от 0,68 до 0,80 г/сут.

Приведенные результаты исследований показывают, что линейный прирост стебля и интенсивность накопления массы воздушно-сухого вещества растений люпина находились в тесной зависимости не только от сложившихся в период вегетации погодных условий, но и от применения макро- и микроудобрений.

3.3. Фотосинтетическая деятельность посевов люпина белого

Урожай растений любой сельскохозяйственной культуры, в том числе и люпина белого, зависит от их суммарной фотосинтетической продукции, количество которой определяется не только интенсивностью фотосинтеза, но и размерами ассимилирующей поверхности и временем ее работы за вегетационный период, что, в свою очередь, тесно связано с погодными условиями и элементами технологии возделывания.

Фотосинтетическая деятельность растений – сложная совокупность процессов, в основе которых лежит поглощение растениями в фитоценозах энергии ФАР и использование ее в процессе фотосинтеза на формирование урожая. Фотосинтетическая деятельность растений находится под постоянным влиянием состояния и динамики внешней среды. Кроме того, в отличие от одиночно стоящего растения, на фотосинтетическую деятельность расте-

ний в посевах оказывает влияние ценотическое взаимодействие растений, проявляющееся в конкуренции растений за условия жизни [103].

Фотосинтетическая деятельность напрямую зависит от размера фотосинтетического аппарата, быстрого развития площади листьев, длительности сохранения фотосинтезирующих органов. Размеры ассимилирующей поверхности и интенсивность ассимиляции в значительной мере обуславливают величину урожая.

На динамику формирования и интенсивность работы фотосинтетического аппарата наряду с биологическими особенностями сорта, складывающимися погодными условиями в период вегетации влияют агротехнические приемы возделывания люпина. Поэтому все применяемые агроприемы должны быть направлены на создание таких условий, при которых посеы люпина формировали бы оптимальную площадь листьев как можно раньше для максимального потребления растениями солнечной энергии. При этом важно обеспечить оптимальную густоту стояния растений, так как разреженные посеы потребляют солнечную энергию в недостаточной степени, а в загущенных посевах происходит снижение интенсивности фотосинтеза из-за взаимной затененности листьев. Таким образом, густота стояния растений люпина белого должна способствовать лучшей освещенности ассимиляционного аппарата.

Процесс формирования листовой поверхности определяется в большей степени освещенностью, влажностью, а также уровнем минерального питания. Наши исследования показали, что площадь ассимиляционной поверхности растений люпина белого зависела как от метеорологических условий, так и от изучаемых минеральных удобрений (приложение 10, 11, 12).

Наибольшую площадь листьев во все фазы развития сформировали растения люпина в 2014 году, который отличался большей влагообеспеченностью в период роста и развития культуры.

В среднем за годы исследований темпы увеличения площади листьев растений на ранних этапах развития люпина были небольшими. Так, в фазе

нарастания листьев площадь листовой поверхности варьировала по вариантам опыта от 2,6 до 4,3 тыс. м²/га. Наибольшая площадь листьев в данную фазу – от 3,6 до 4,3 тыс. м²/га была отмечена на вариантах опыта с фосфорно-калийным, полным минеральным удобрением, комплексным использованием макро- и микроудобрений, что на 1,0-1,7 тыс. м²/га больше, чем на контроле. За межфазный период нарастание листьев - ветвление площадь листовой поверхности люпина увеличилась на 4,0-9,4 тыс. м²/га и в фазу ветвления составила 6,6-13,5 тыс. м²/га (рисунок 5).

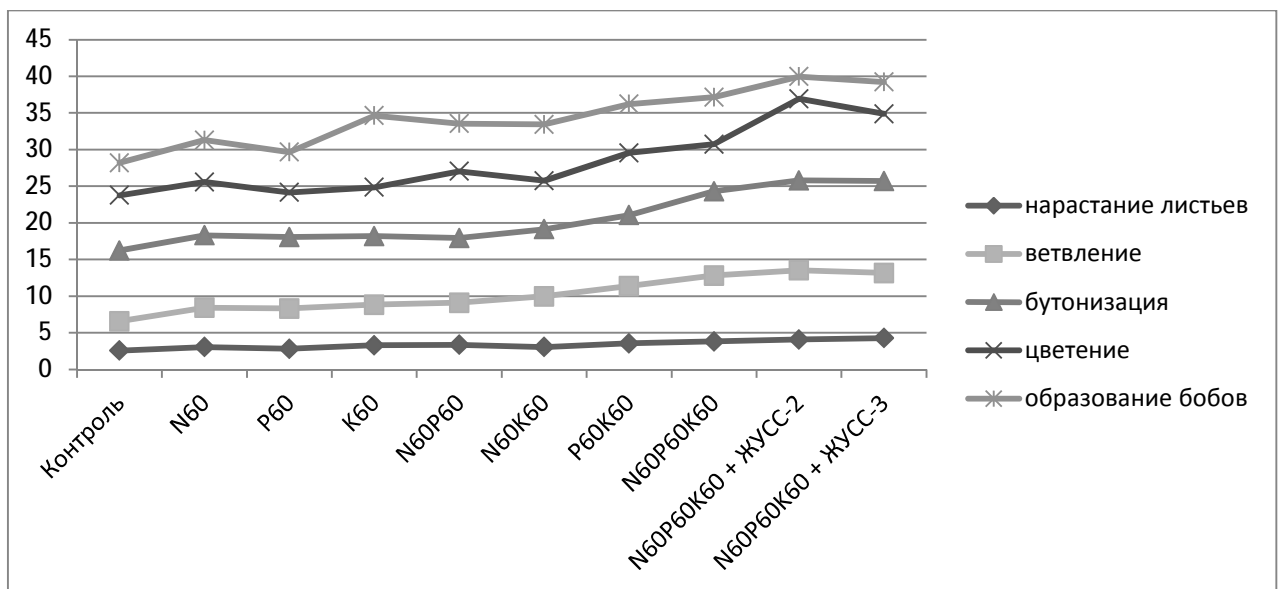


Рисунок 5. Площадь листьев растений люпина белого в зависимости от минеральных удобрений по фазам вегетации, тыс. м²/га (2013-2015 гг.)

В межфазный период ветвление – бутонизация был отмечен наибольший прирост площади листьев, который варьировал по вариантам опыта от 8,8 до 12,5 тыс. м²/га. В более поздние фазы развития люпина площадь листьев также увеличивалась, но интенсивность нарастания ассимиляционной поверхности снизилась. Прирост площади листьев в межфазный период бутонизация – цветение составил 6,0-11,1 тыс. м²/га, что обеспечило в фазу цветения площадь листовой поверхности от 23,8 до 36,9 тыс. м²/га.

Максимальную площадь листьев посева люпина сформировали в фазе образования бобов, которая варьировала по вариантам опыта от 28,2 до

39,9 тыс. м²/га. Наибольшая площадь листовой поверхности люпина в данной фазе была отмечена на вариантах опыта N₆₀P₆₀K₆₀ +ЖУСС-2 – 39,9 тыс. м²/га и N₆₀P₆₀K₆₀ +ЖУСС-3 – 39,2 тыс. м²/га, что на 11,7 и 11,0 тыс. м²/га больше, чем на контроле. После интенсивного нарастания ассимиляционной поверхности происходило ее уменьшение вследствие естественного подсыхания и отмирания нижних листьев.

Для характеристики мощности ассимиляционного аппарата за всю вегетацию в физиологии принята величина фотосинтетического потенциала. Она равна произведению площади листьев на число дней их работы.

В начальные фазы роста растений люпина белого зависимость величины фотосинтетического потенциала от минеральных удобрений проявлялась в меньшей степени, чем в период цветения – образование бобов. Как показали результаты наших трехлетних исследований, на варианте с фосфорным удобрением фотосинтетический потенциал был на уровне контроля во все межфазные периоды развития и в целом за вегетацию (приложение 13, 14, 15).

Несколько выше, чем на контроле, показатель фотосинтетического потенциала был отмечен на вариантах K₆₀, N₆₀, N₆₀P₆₀, N₆₀K₆₀, который варьировал от 1114,5 до 1175,4 тыс. м²×дней/га. Максимальные значения фотосинтетического потенциала обеспечили варианты с фосфорно-калийным, полным минеральным удобрением и комплексным использованием макро- и микроудобрений, 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 (рисунок 6).

Важным показателем фотосинтетической деятельности посевов люпина белого является также чистая продуктивность фотосинтеза. Чистая продуктивность фотосинтеза – показатель, характеризующий количество общей сухой биомассы, образованной растениями в течение суток в расчете на 1 м² листьев. Изучение чистой продуктивности фотосинтеза при разных условиях возделывания позволяет в течение вегетационного периода выявить лимитирующие факторы в реализации потенциальной продуктивности культуры (приложение 16, 17, 18).

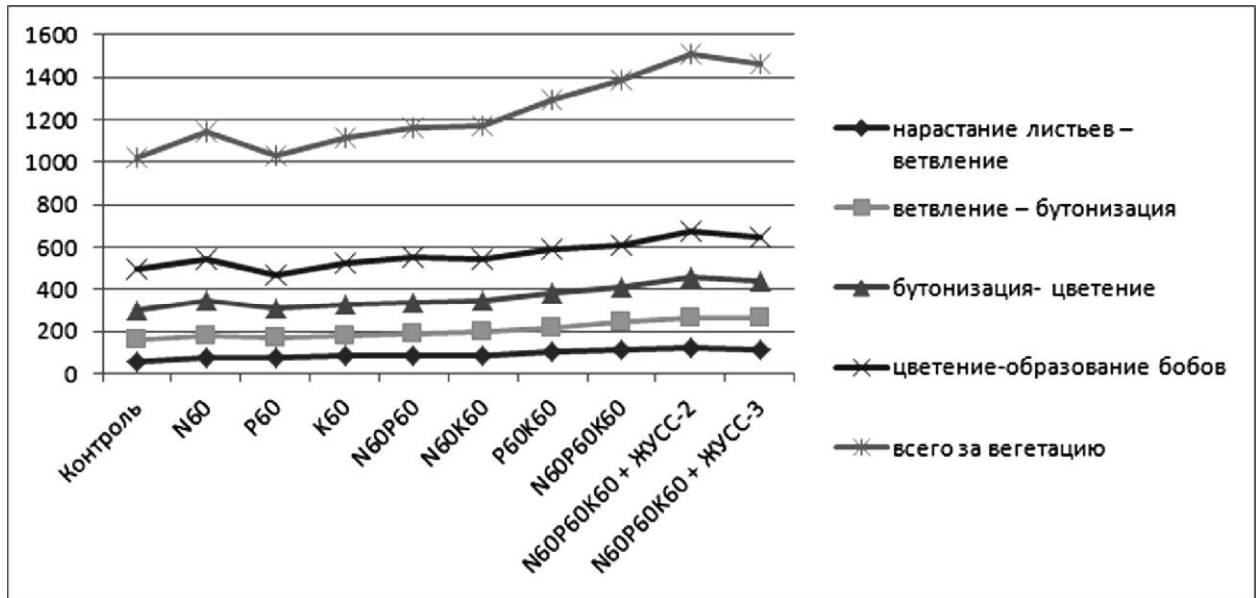


Рисунок 6. Фотосинтетический потенциал посевов люпина белого в зависимости от минеральных удобрений, тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$ (2013-2015 гг.)

Чистая продуктивность фотосинтеза растений люпина белого имела максимальное значение в межфазный период цветение – образование бобов и варьировала по вариантам опыта от 12,6 до 17,8 г/м^2 в сутки.

С увеличением фотосинтетического потенциала до 1464,1-1508,6 тыс. $\text{м}^2 \times \text{дней/га}$ на вариантах с комплексным применением макро- и микроудобрений чистая продуктивность фотосинтеза снижалась до 11,6 г/м^2 в сутки, т. е. на 18,9% по сравнению с контролем. Снижение чистой продуктивности фотосинтеза при увеличении фотосинтетического потенциала объясняется тем, что в изреженных посевах растения лучше освещаются из-за меньшего затенения (таблица 8).

Таким образом, анализируя фотосинтетическую деятельность посевов люпина белого в опыте, следует отметить, что площадь ассимиляционной поверхности и величина фотосинтетического потенциала значительно изменялись в зависимости от изучаемых удобрений и наибольших значений достигли при комплексном применении макро- и микроудобрений.

Таблица 8. Чистая продуктивность фотосинтеза люпина белого в зависимости от минеральных удобрений, г/м² в сутки (2013-2015 гг.)

Вариант опыта	Межфазный период				В среднем за вегетацию
	нарастание листьев – ветвление	ветвление – бутонизация	бутонизация – цветение	цветение – образование бобов	
Контроль – без удобрений	10,4	15,4	15,0	16,5	14,3
N ₆₀	9,2	14,4	13,7	15,5	13,2
P ₆₀	10,0	15,0	14,7	17,8	14,4
K ₆₀	12,2	13,0	14,7	16,3	14,1
N ₆₀ P ₆₀	11,8	13,2	13,9	15,2	13,5
N ₆₀ K ₆₀	14,0	12,4	13,2	15,2	13,7
P ₆₀ K ₆₀	12,5	11,5	12,8	14,0	12,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	10,6	10,1	12,4	13,6	11,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	10,9	10,5	12,5	12,6	11,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	10,7	10,2	12,6	13,0	11,6

3.4. Формирование симбиотического аппарата растений люпина белого

Люпин, как и любая другая зерновая бобовая культура, обладает уникальной биологической способностью фиксировать атмосферный азот, благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями [192].

В основе процесса образования клубеньков лежит сигнальный диалог между ризобиями и бобовыми растениями [171, 184, 187]. Азотфиксирующая активность симбиотических систем зернобобовых культур зависит в значительной степени от наличия специфического активного вирулентного штамма клубеньковых бактерий, комплиментарного данному виду и сорту бобовой культуры, а также от водного, температурного, воздушного режимов почв, реакции почвенного раствора, содержания доступных форм элементов минерального питания. Клубеньки бобовых культур – сложная азотфиксирующая система, включающая гипертрофированную ткань корня с бактериальными клетками, содержащая леггемоглобин.

Фиксация атмосферного азота клубеньковыми бактериями начинается примерно на 12-20-й день после появления всходов люпина белого, но в начале вегетационного периода азотфиксация проходит медленно. Продолжается этот процесс до старения растений, а заметная активность его наблюдается в межфазный период цветение – образование бобов [53].

Эффективность процесса симбиотической азотфиксации определяется, главным образом, величиной и активностью симбиотического аппарата, то есть числом и массой активных клубеньков на корнях одного растения.

В наших полевых опытах в засушливых условиях вегетации применение макро- и микроудобрений по-разному влияло на интенсивность образования клубеньков (приложение 19, 20, 21, 22, 23, 24). В фазе нарастания листьев и в фазе цветения все обнаруженные на растениях клубеньки были активными, тогда как в фазе образования бобов активность клубеньков снижалась.

Максимальное число активных клубеньков в среднем на одно растение люпина в фазе образования бобов 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 соответственно 25,8 и 25,1 шт., превысив контроль на 5,9 шт., или 29,6%, и 5,2 шт., или 26,1%, что математически доказано на 5% уровне значимости (таблица 9).

Совместное применение макро- и микроудобрений оказывало также положительное влияние на массу клубеньков. Во все фазы вегетации масса клубеньков на этих вариантах была выше, чем на контроле. Так, в фазе образования бобов масса клубеньков в среднем на одно растение люпина белого 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 превышает контроль соответственно на 6,1 мг, или 13,2%, и 5,5 мг, или 11,9%. Статистически увеличение массы активных клубеньков на данных вариантах опыта по сравнению с контролем существенно на 5% уровне значимости. Это, вероятно, связано с тем, что минеральные удобрения в условиях засухи повышали фотосинтетическую деятельность растений, устраняя дефицит углеводов, что обусловило лучшее формирование клубеньков.

Таблица 9. Число и масса активных клубеньков на корнях растений люпина белого в зависимости от минеральных удобрений (2013-2015 гг.)

Вариант опыта	В среднем на одно растение в фазы					
	нарастания листьев		цветения		образования бобов	
	число, шт.	масса, мг	число, шт.	масса, мг	число, шт.	масса, мг
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 + ЖУСС-2	10,7 ⁺	27,9 ⁺	22,0 ⁺	45,8 ⁺	25,8 ⁺	52,3 ⁺
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	10,4 ⁺	27,6 ⁺	21,2 ⁺	45,1 ⁺	25,1 ⁺	51,7 ⁺
НСР ₀₅						
2013 год	0,4	1,1	0,2	0,5	0,3	0,6
2014 год	1,4	1,7	1,4	2,0	1,7	1,8
2015 год	1,1	1,5	1,2	1,7	1,2	1,6

Примечание: (+) в таблице выделены варианты, достоверно превышающие контроль на 5% уровне значимости

Отклонения между вариантами опыта N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-2 и N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-3 по числу и массе активных клубеньков на корнях растений люпина белого не выходят за пределы НСР₀₅.

При внесении фосфорно-калийного и полного минерального удобрения число и масса активных клубеньков во все фазы вегетации было несколько ниже по сравнению с комплексным применением макро- и микроудобрений. На варианте P₆₀K₆₀ число клубеньков в среднем на одно растение люпина в фазе образования бобов составило 23,7 шт., их масса – 50,5 мг, на варианте N₆₀P₆₀K₆₀ – соответственно 24,5 шт. и 50,9 мг, превысив контроль на 3,8 шт. и 4,3 мг, 4,6 шт. и 4,7 мг, что статистически достоверно. При внесении K₆₀, N₆₀P₆₀, N₆₀K₆₀ число активных клубеньков в среднем на одно растение в этой фазе варьировало от 22,0 до 22,6 шт., масса клубеньков – от 48,7 до 49,3 мг, что существенно выше контроля. Превышение числа и массы активных клу-

беньков на данных вариантах по отношению к контролю составило соответственно 2,1-2,7 шт. и 2,2-3,1 мг. При внесении азотного N_{60} , фосфорного P_{60} удобрения увеличение числа и массы активных клубеньков по сравнению с контрольным вариантом оказалось статистически недостоверным.

Минеральные макроудобрения при одностороннем внесении и в различных сочетаниях обусловили увеличение числа активных клубеньков и их общей массы в среднем на одно растение люпина белого. Однако на вариантах опыта N_{60} и P_{60} это увеличение не выходило за пределы $НСР_{05}$. При сочетании видов удобрений наибольший эффект от азота в фазе образования бобов наблюдали по фону фосфора ($N_{60}P_{60} - P_{60}$) – 1,3 шт. и 1,3 мг, меньше по фону РК ($N_{60}P_{60}K_{60} - P_{60}K_{60}$) – 0,8 шт. и 0,4 мг, наименьший по фону калия ($N_{60}K_{60} - K_{60}$) – 0,5 шт. и 0,3 мг. Самый высокий эффект от фосфора отмечен по фону НК ($N_{60}P_{60}K_{60} - N_{60}K_{60}$) – 1,9 шт. и 1,6 мг, меньше по фону калия ($P_{60}K_{60} - K_{60}$) – 1,6 шт. и 1,5 мг, еще меньше по фону азота ($N_{60}P_{60} - N_{60}$) – 1,1 шт. и 1,2 мг. Наиболее высокий эффект от калия проявился по фону NP ($N_{60}P_{60}K_{60} - N_{60}P_{60}$) – 2,5 шт. и 2,2 мг, заметно ниже по фону фосфора ($P_{60}K_{60} - P_{60}$) – 1,9 шт., 1,9 мг и азота ($N_{60}K_{60} - N_{60}$) – 1,7 шт. и 1,8 мг.

Таким образом, азотные, фосфорные и калийные удобрения в парных и тройном сочетаниях способствовали лучшему формированию симбиотического аппарата растений люпина белого, существенно увеличив число и массу активных клубеньков по сравнению с контролем. При одностороннем внесении минеральных удобрений достоверное увеличение числа и массы клубеньков обеспечил лишь калий. В порядке убывания эффективности (увеличение числа и массы активных клубеньков) минеральные удобрения можно расположить в следующем ряду: калийные, азотные, фосфорные. Наибольший эффект от азота проявился по фону фосфора, фосфора – по фону НК и калия – по фону NP.

Сочетание всех трех элементов питания ($N_{60}P_{60}K_{60}$) в комплексе с микроудобрениями обусловило наилучшее формирование симбиотического аппарата растений люпина белого.

На эффективность симбиотической азотфиксации большое влияние оказывают не только число и масса активных клубеньков, но и продолжительность симбиоза. Продолжительность общего симбиоза – это период от начала образования клубеньков до их полного лизиса, а продолжительность активного симбиоза – это период функционирования клубеньков с леггемоглобином. Продолжительность активного симбиоза всегда меньше продолжительности общего симбиоза, так как леггемоглобин появляется после образования клубеньков и переходит в холеглобин до их полного лизиса [116].

В наших опытах наибольшая продолжительность общего и активного симбиоза растений люпина белого была отмечена в 2014 году и варьировала по вариантам опыта соответственно от 76 до 82 суток и от 67 до 71 суток, что объясняется менее засушливыми погодными условиями, сложившимися во второй половине вегетации растений (таблица 10).

Таблица 10. Продолжительность общего и активного симбиоза люпина белого в зависимости от минеральных удобрений (2013-2015 гг.)

Вариант опыта	Продолжительность симбиоза, суток							
	2013 г.		2014 г.		2015 г.		2013-2015 гг.	
	общего	активного	общего	активного	общего	активного	общего	активного
Контроль – без удобрений	71	60	76	67	70	60	72	62
N ₆₀	72	60	76	67	71	60	73	62
P ₆₀	72	61	77	68	70	62	73	64
K ₆₀	74	62	80	69	73	64	76	65
N ₆₀ P ₆₀	73	62	77	67	72	61	74	63
N ₆₀ K ₆₀	72	61	77	68	73	63	74	64
P ₆₀ K ₆₀	73	62	80	69	74	63	76	65
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	74	63	78	69	76	65	76	66
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	75	64	82	71	77	66	78	67
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	75	64	81	71	76	66	77	67

В среднем за годы исследований наибольшая продолжительность общего и активного симбиоза люпина белого была отмечена на вариантах опыта с комплексным применением макро- и микроудобрений. Так, на варианте

$N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-3 продолжительность общего симбиоза составила 77 суток, а продолжительность активного симбиоза – 67 суток, на варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-2 эти показатели составили соответственно 78 и 67 суток, что в 1,1 раза больше, чем на контроле.

Количество симбиотически фиксированного азота зависит не только от массы клубеньков с леггемоглобином, но и от продолжительности их функционирования. Данные критерии азотфиксации объединяет в себе показатель под названием активный симбиотический потенциал (АСП).

Наибольшая величина активного симбиотического потенциала была отмечена на вариантах опыта с фосфорно-калийным, полным минеральным удобрением и комплексным использованием макро- и микроудобрений, которая в межфазный период нарастание листьев – образование бобов варьировала от 1941 до 2019 кг·сут/га, что на 218-296 кг·сут/га, или 12,7-17,2%, больше по сравнению с контролем (рисунок 7).

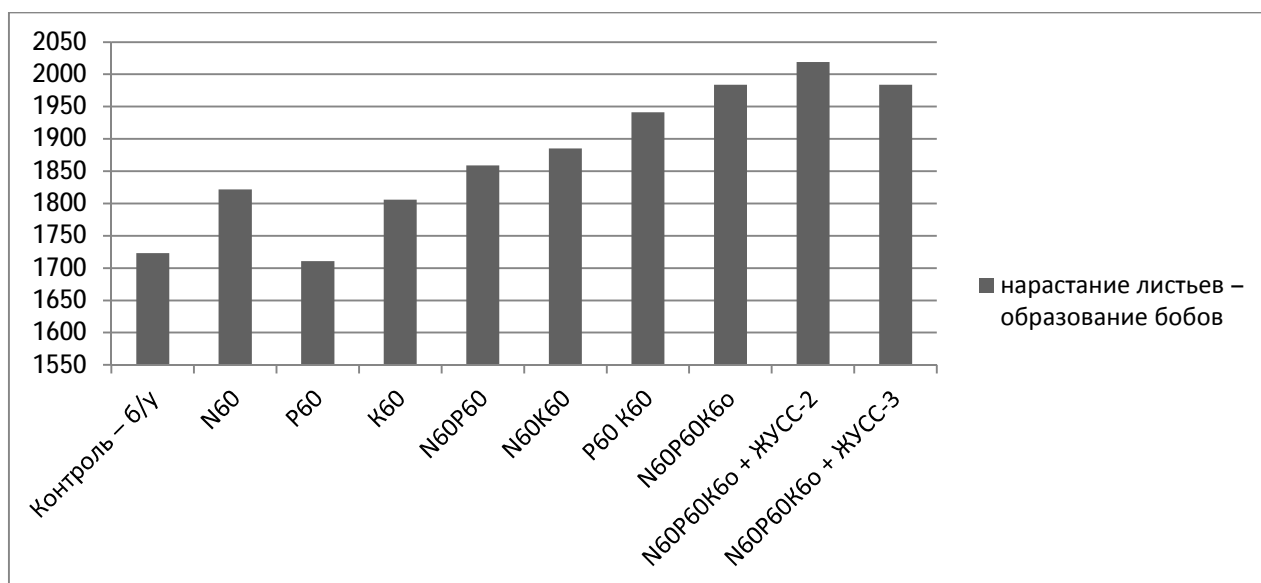


Рисунок 7. Активный симбиотический потенциал люпина белого в зависимости от минеральных удобрений, кг · сут/га (2013-2015 гг.)

Таким образом, совместное применение макро- и микроудобрений оказывало положительное влияние на формирование симбиотического аппарата люпина белого в засушливых условиях вегетации, а в конечном итоге и на продуктивность растений.

3.5. Урожайность семян люпина белого в зависимости от минеральных удобрений

Урожайность сельскохозяйственных культур является основным показателем эффективности их производства. Она формируется на основе тесных взаимосвязей между живыми организмами и окружающей средой. В процессе роста и развития растения люпина предъявляют определенные требования к условиям внешней среды. Абиотические факторы внешней среды влияют на характер и интенсивность физиологических и биохимических процессов, протекающих в растениях, которые способствуют накоплению белков, жиров, сахаров, витаминов и других веществ.

В засушливых условиях вегетации минеральные удобрения по-разному влияли на урожайность люпина белого сорта Дега (приложение 25, 26, 27). 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 люпина 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 11).

Минеральные удобрения $N_{60}K_{60}$, $P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ также обеспечили статистически достоверное на 5% уровне значимости повышение урожайности 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. Различия по урожайности между данными вариантами опыта являются статистически недостоверными. На остальных вариантах опыта N_{60} , P_{60} , K_{60} , $N_{60}P_{60}$ урожайность также была существенно выше, чем на контроле, и составила 1,82 т/га, 1,71 т/га, 1,83 т/га, 1,93 т/га.

Таблица 11. Урожайность семян люпина белого в зависимости от минеральных удобрений, т/га

Вариант опыта	Урожайность, т/га				±к контролю	
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	средняя	т/га	%
Контроль – без удобрений	1,26	1,70	1,53	1,50	-	-
N ₆₀	1,59	1,99	1,87	1,82	0,32	21,3
P ₆₀	1,43	1,93	1,78	1,71	0,21	14,0
K ₆₀	1,50	2,04	1,96	1,83	0,33	22,0
N ₆₀ P ₆₀	1,79	2,11	1,90	1,93	0,43	28,7
N ₆₀ K ₆₀	1,70	2,23	2,05	1,99	0,49	32,7
P ₆₀ K ₆₀	1,84	2,26	2,18	2,09	0,59	39,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,94	2,34	2,27	2,18	0,68	45,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	1,97	2,80	2,74	2,50	1,00	66,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	1,95	2,75	2,66	2,45	0,95	63,3
HCP ₀₅	0,12	0,20	0,19			

Примечание: все варианты опыта достоверно превышают контроль на 5% уровне значимости

В парном и тройном сочетаниях видов удобрений наибольшая прибавка урожая от азота была отмечена по фону фосфора (N₆₀P₆₀ - P₆₀) – 0,22 т/га, несколько ниже по фону калия (N₆₀K₆₀ - K₆₀) – 0,16 т/га, наименьшая по фону РК (N₆₀P₆₀K₆₀ - P₆₀K₆₀) – 0,09 т/га. Самая высокая прибавка урожая от фосфора получена по фону калия (P₆₀K₆₀ - K₆₀) – 0,26 т/га, меньше по фону НК (N₆₀P₆₀K₆₀ - N₆₀K₆₀) – 0,19 т/га, наименьшая прибавка по фону азота (N₆₀P₆₀ - N₆₀) – 0,11 т/га. Наибольшая прибавка урожая от калия отмечена по фону фосфора (P₆₀K₆₀ - P₆₀) – 0,38 т/га, заметно ниже она по фону NP (N₆₀P₆₀K₆₀ - N₆₀P₆₀) – 0,25 т/га и азота (N₆₀K₆₀ - N₆₀) – 0,17 т/га.

Азотные, фосфорные и калийные минеральные удобрения при одностороннем внесении, а также по фонам каждого из них в парных и тройном сочетаниях способствовали существенному повышению урожайности семян люпина белого по сравнению с контролем.

Таким образом, применение макро- и микроудобрений в засушливых погодных условиях оказывало положительное действие не только на рост и развитие растений, формирование симбиотической системы, но и на увели-

чение семенной продуктивности люпина белого. Сочетание основных макроэлементов – азота, фосфора и калия ($N_{60}P_{60}K_{60}$) в комплексе с микроэлементами медью и молибденом (ЖУСС-2), а также медью и цинком (ЖУСС-3) обусловило максимальную эффективность в повышении урожайности люпина белого сорта Дега.

3.6. Элементы структуры урожая люпина белого в зависимости от минеральных удобрений

Структура урожая – это совокупность элементов, отражающих взаимодействие растительного организма на определенных этапах роста и развития с внешней средой, и определяющих величину урожая. Каждый из этих элементов формируется в определенный период вегетации культуры и зависит от почвенно-климатических условий и применяемых агротехнических приемов. Анализ структуры урожая показывает, из чего складывается его величина и за счет каких элементов, при какой доле их участия формируется урожай. В первую очередь, урожайность любой сельскохозяйственной культуры зависит от числа плодоносящих растений на единице площади и индивидуальной продуктивности каждого из них.

В нашем полевом опыте структура урожая люпина изменялась в разной степени в зависимости от складывающихся погодных условий и применяемых минеральных удобрений (приложение 28, 29, 30). Наибольшее число бобов и семян с одного растения люпина, а также масса тысячи семян были получены на вариантах опыта с комплексным применением макро- и микроудобрений (таблица 12).

На вариантах опыта $N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-2, $N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-3 число бобов на растении составило – 5,8 и 5,6 шт., число семян – 22,8 и 22,1 шт., масса тысячи семян 249 и 248 г соответственно, что значительно выше, чем на контроле.

Таблица 12. Структура урожая люпина белого в зависимости от макро- и микроудобрений (2013-2015 гг.)

Вариант опыта	Число бобов на 1 раст., шт.	Число семян с 1 раст., шт.	Масса семян с 1 раст., г	Масса 1000 семян, г
Контроль – без удобрений	4,3	15,1	3,4	225
N ₆₀	4,6	16,4	3,8	232
P ₆₀	4,8	16,5	3,8	228
K ₆₀	5,1	18,6	4,4	234
N ₆₀ P ₆₀	4,6	17,9	4,2	237
N ₆₀ K ₆₀	5,1	18,5	4,5	240
P ₆₀ K ₆₀	5,0	18,9	4,6	243
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,2	20,3	5,0	245
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	5,8	22,8	5,7	249
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	5,6	22,1	5,5	248

Высокие показатели элементов структуры урожая люпина белого, заметно превышающие контроль, были также получены на вариантах опыта с калийным (K₆₀), азотно-калийным (N₆₀K₆₀), фосфорно-калийным (P₆₀K₆₀) и полным минеральным удобрением (N₆₀P₆₀K₆₀). При внесении данных удобрений число бобов на растении варьировало от 5,0 до 5,2 шт., число семян – от 18,5 до 20,3 шт., масса тысячи семян – от 234 до 245 г, что соответственно на 0,7-0,9 шт., 3,4-5,2 шт., 9-20 г больше, чем на контроле.

Таким образом, комплексное применение макро- и микроудобрений оказывало наиболее заметное положительное влияние на основные элементы структуры продуктивности люпина белого, чем объясняется получение наибольшей урожайности на данных вариантах опыта.

3.7. Качество семян люпина белого в зависимости от минеральных удобрений

Одной из важных задач современного аграрного производства является получение высококачественной, биологически полноценной продукции наряду с одновременным повышением продуктивности сельскохозяйственных культур.

При возделывании люпина белого основными показателями для оценки качества семян являются содержание в них сырого протеина и жира, а также их сбор с урожаем. Проведенный биохимический анализ семян люпина белого показывал, что его состав зависел как от складывающихся погодных условий, так и от уровня минерального питания (приложение 31, 32). Внесение минеральных удобрений в засушливых условиях проведения исследований повышало не только урожайность, но и содержание белка в семенах люпина.

Содержание сырого протеина в семенах люпина белого колебалось по вариантам опыта от 39,2 до 42,2%. Наибольшее содержание протеина в семенах было отмечено на вариантах $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$ – 41,3%, P_{60} – 41,6% и K_{60} – 42,2%, 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 изучении алкалоидов в семенах люпина было отмечено малое их содержание, которое в сложившихся засушливых погодных условиях находилось в пределах от 0,117 до 0,158%, что ниже предельно допустимой нормы для кормовых сортов (таблица 13).

Таблица 13. Качество семян люпина белого в зависимости от минеральных удобрений (2013-2014 гг.)

Вариант опыта	Содержание, %			Сбор с 1 га		
	протеина	жира	алкалоидов	корм. ед., т	белка, кг	жира, кг
Контроль – без удобрений	39,2	7,7	0,131	1,63	578	111
N_{60}	39,8	7,4	0,124	1,97	710	130
P_{60}	41,6	7,3	0,131	1,85	699	121
K_{60}	42,2	7,8	0,131	1,95	747	136
$N_{60} P_{60}$	40,6	7,4	0,131	2,15	791	142
$N_{60} K_{60}$	40,2	7,5	0,135	2,16	789	144
$P_{60} K_{60}$	40,6	7,5	0,121	2,26	832	151
$N_{60}P_{60}K_{60}$	39,6	7,3	0,136	2,35	845	155
$N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$	41,3	7,3	0,117	2,64	986	171
$N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$	40,5	7,6	0,158	2,59	953	176

Важным показателем, характеризующим люпин как ценную кормовую культуру, является также сбор кормовых единиц, сырого протеина и жира в урожае зерна с гектара посева. Наибольший сбор кормовых единиц, сырого протеина и жира в урожае люпина белого был получен соответственно на вариантах $P_{60}K_{60}$ – 2,26 т/га, 832 кг/га и 151 кг/га, $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 2,35 т/га, 845 кг/га и 155 кг/га, $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$ – 2,64 т/га, 986 кг/га и 171 кг/га, $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$ – 2,59 т/га, 953 кг/га и 176 кг/га, тогда как на контроле эти показатели составили 1,63 т/га, 578 кг/га и 111 кг/га.

Таким образом, качество семян люпина белого изменяется в значительных пределах в зависимости от макро- и микроудобрений. При этом наибольшее положительное влияние оказывало фосфорное, калийное удобрение и комплексное применение макро- и микроудобрений.

3.8. Экономическая и биоэнергетическая эффективность минеральных удобрений при возделывания люпина белого

Эффективность агротехнических приемов оценивается не только влиянием их на урожай, но также экономическими показателями. Важнейшей задачей современного аграрного производства является получение максимальных урожаев сельскохозяйственных культур при минимальных производственных затратах на единицу продукции. Поэтому при рекомендации производству видов и сортов полевых культур, рациональных агротехнических приемов необходима не только агрономическая, но экономическая и энергетическая оценка целесообразности их применения. За основные показатели сравнительной оценки экономической эффективности применения макро- и микроудобрений на люпине белом нами были приняты следующие: себестоимость, прибыль и уровень рентабельности.

Высокие показатели экономической эффективности в среднем за годы проведения исследований были 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 производства 94,8 и 96,5%, что на 5572 и 3800 руб./га, 19,3 и 21,0% больше, чем на контроле.

Максимальные показатели эффективности были отмечены на вариантах опыта $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$ и $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$. Условно чистый доход на данных вариантах был еще выше и составил – 19 286 и 18 579 руб./га, уровень рентабельности производства – соответственно 105,9 и 102,2%, что значительно выше, чем на контроле и других вариантах опыта (таблица 14).

Таблица 14. Экономическая эффективность возделывания люпина белого в зависимости от минеральных удобрений (2013-2015 гг.)

Вариант опыта	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Условно чистый доход, руб./га	Себестоимость, руб./т	Уровень рентабельности, %
Контроль – без удобрений	22500	12818	9682	8545	75,5
N_{60}	27300	14613	12687	8029	86,8
P_{60}	25650	14946	10704	8740	71,6
K_{60}	27450	13968	13482	7633	96,5
$N_{60} P_{60}$	28950	16741	12209	8674	72,9
$N_{60} K_{60}$	29850	15763	14087	7921	89,4
$P_{60} K_{60}$	31350	16096	15254	7701	94,8
$N_{60}P_{60}K_{60}$	32700	17891	14809	8207	82,8
$N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$	37500	18214	19286	7286	105,9
$N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$	36750	18171	18579	7417	102,2

На остальных вариантах опыта экономические показатели были ниже, чем на вариантах с применением полного минерального удобрения и с совместным применением макро- и микроудобрений.

В настоящее время экономические показатели – себестоимость, прибыль, уровень рентабельности и другие, не могут являться полной объективной оценкой эффективности производства семян люпина, так как они во многом зависят от конъюнктуры рынка. Интенсификация производства семян люпина сопровождается ростом энергоемкости продукции. Для ее снижения применяется биоэнергетическая оценка агротехнических приемов воз-

дельвания люпина, которая предусматривает определенное соотношение между энергией, накопленной урожаем, и затратами совокупной энергии.

Современное аграрное производство является одним из основных потребителей энергии, которое работает с положительным балансом энергии.

На производство продукции расходуется не только энергия солнечной радиации, потребляемая растениями в процессе фотосинтеза, но и энергия, используемая для внесения минеральных удобрений. Поэтому агроприемы, взятые нами на изучение при возделывании люпина белого, требуют всесторонней оценки с позиции энергетической эффективности.

В наших исследованиях была проведена сравнительная оценка биоэнергетической эффективности применения минеральных удобрений. Наибольшее количество энергии с урожаем люпина от 30,34 до 36,35 ГДж/га было получено на вариантах опыта $P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$, $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$, что на 8,54-14,55 ГДж/га больше по сравнению с контролем. Затраты совокупной энергии различались по вариантам опыта в зависимости от применяемых минеральных удобрений. По разнице между выходом обменной энергии и совокупными энергетическими затратами было установлено, что наибольший чистый энергетический доход был получен при применении калийного (K_{60}), фосфорно-калийного ($P_{60}K_{60}$), полного минерального удобрения ($N_{60}P_{60}K_{60}$), при комплексном использовании макро- и микроудобрений ($N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$, $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$), который варьировал от 10,32 до 14,61 ГДж/га, превысив контроль на 3,95-8,24 ГДж/га (таблица 15).

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} , $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-2}$ и $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{ЖУСС-3}$, которые варьировали от 1,64 до 1,69, что также выше по сравнению с контролем и другими вариантами опыта.

На вариантах опыта N_{60} , $N_{60}P_{60}$, $N_{60}K_{60}$ выход обменной энергии, чистый энергетический доход также превысили контроль, тогда как биоэнергетический коэффициент посева оказался ниже, чем на контрольном варианте.

Таблица 15. Биоэнергетическая эффективность возделывания люпина белого в зависимости от минеральных удобрений (2013-2015 гг.)

Вариант опыта	Выход обменной энергии, ГДж/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности	Биоэнергетический коэффициент посева
Контроль – без удобрений	21,80	15,43	6,37	0,41	1,41
N ₆₀	26,41	19,82	6,59	0,33	1,33
P ₆₀	24,83	16,15	8,68	0,54	1,54
K ₆₀	26,54	15,72	10,82	0,69	1,69
N ₆₀ P ₆₀	28,11	20,84	7,27	0,35	1,35
N ₆₀ K ₆₀	28,92	20,56	8,36	0,41	1,41
P ₆₀ K ₆₀	30,34	16,68	13,66	0,82	1,82
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	31,63	21,31	10,32	0,48	1,48
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	36,35	21,74	14,61	0,67	1,67
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	35,57	21,63	13,94	0,64	1,64

Таким образом, анализ агрономической, экономической и биоэнергетической эффективности изучаемых агроприемов возделывания люпина белого свидетельствуют о том, что наиболее целесообразно внесение полного минерального удобрения совместно с внекорневой подкормкой жидкими удобрительными стимулирующими составами (N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-2 и N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖУСС-3), обеспечивающее прибавку урожая 0,95-1,00 т/га при высоком уровне рентабельности – 102,2-105,9 и биоэнергетическом коэффициенте посева – 1,64-1,67.

3.9. Научное обоснование совершенствования технологии возделывания люпина белого в сельскохозяйственных предприятиях лесостепи Центрально-Черноземного региона (на примере Белгородской области)

Для современного сельскохозяйственного производства Белгородской области, специализирующегося на производстве продукции животноводства, решение проблемы снижения дефицита растительного белка имеет важнейшее

значение. Значительная роль в ее решении принадлежит внедрению адаптированных к агроэкологическим условиям региона новых видов зерновых бобовых культур и совершенствованию технологии их возделывания. Для условий ЦЧР, в том числе и Белгородской области, особое значение имеет люпин белый, который формирует высокую продуктивность в засушливые годы. Люпин отличается высоким содержанием белка – 37-42%, жира – 8-12%, обладает огромным биологическим, экологическим и экономическим потенциалом.

Урожайность люпина белого зависит от наследственно обусловленных потенциальных возможностей растений, их устойчивости к неблагоприятным факторам среды, а также от почвенно-климатических условий и агротехнических приемов возделывания. Однако для получения высоких и стабильных урожаев люпина в условиях Белгородской области необходимо правильно подобрать сорта, которые способны наиболее полно реализовать свой генетический потенциал при соблюдении всех элементов технологии возделывания. В настоящее время рекомендованные производству сорта люпина белого Деснянский и Дега, а также новые сорта Алый парус и Деснянский 2 полностью соответствуют этим требованиям. Данные сорта отличаются технологичностью, скороспелостью, засухоустойчивостью, высоким потенциалом продуктивности, устойчивостью к растрескиванию бобов и осыпанию семян на корню, полеганию, фузариозу и антракнозу.

Однако для реализации генетического потенциала сортов, получения высоких и стабильных урожаев люпина в условиях области необходимы разработка и научное обоснование технологических приемов возделывания культуры.

Совершенствованию элементов технологии возделывания люпина белого в почвенно-климатических условиях юго-западной части Центрально-Черноземного региона, куда входит Белгородская области, посвящены работы В.А. Сергеевой [127], О.Д. Мещерякова [87], А.А. Муравьева [96]. В результате исследований В.А. Сергеевой установлено, что в условиях ЦЧР для повышения урожайности семян, увеличения сбора растительного белка и выхода обменной

энергии с 1 га посева проводить посев люпина белого необходимо в ранние сроки при достижении физической спелости почвы, прогревании посевного слоя до 6-7 °С с нормой высева семян 1,0 и 1,3 млн шт./га [127].

В работе О.Д. Мещерякова исследовано влияние инокуляции семян и минеральных удобрений (K_{60} , $P_{30}K_{60}$, $N_{30}K_{60}$, $N_{30}P_{30}K_{60}$) на урожайность и качество семян люпина белого сорта Деснянский. Наиболее эффективным оказалось внесение азотно-калийного ($N_{30}K_{60}$) и полного минерального удобрения ($N_{30}P_{30}K_{60}$) на фоне предпосевной инокуляции семян люпиновым ризоторфином (200 г/га), что повысило урожайность на 0,85-0,93 т/га по сравнению с контролем при высоком уровне рентабельности и биоэнергетическом коэффициенте посева [87].

А.А. Муравьев в своих исследованиях установил положительное действие инокуляции, обработки семян люпина белого молибдатом аммония (Mo), сульфатом кобальта (Co), регулятором роста лариксин в сочетании с внесением полного минерального удобрения в дозе $N_{30}P_{30}K_{60}$ на рост и развитие, урожайность и качество семян культуры [96].

Для дальнейшего совершенствования условий минерального питания люпина белого необходимо определить влияние основных питательных элементов – азота, фосфора, калия как в отдельности, так и в их сочетании на формирование фотосинтетического и симбиотического аппаратов растений, продуктивность культуры и качество получаемой продукции. Актуальным направлением в повышении урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе и люпина, является также использование жидких удобрительных стимулирующих составов. Хелатные микроудобрения целесообразно изучать по варианту, на котором ожидается наиболее высокая эффективность данных удобрений. Поэтому для оптимизации элементов технологии возделывания люпина белого в условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона в целом, и Белгородской области в частности, нами научно обоснована целесообразность и определена эффективность применения макро- и микроудобрений под эту культуру.

В результате наших исследований было выявлено положительное влияние совместного использования минеральных удобрений и жидких удобрительных стимулирующих составов $N_{60}P_{60}K_{60}+ЖУСС-2$ (Cu – 32-40 г/л, Mo – 17-22 г/л), $N_{60}P_{60}K_{60}+ЖУСС-3$ (Cu – 16,2-20 г/л, Zn – 35-40 г/л) на рост и развитие, формирование симбиотического аппарата растений, урожайность и качество семян, экономическую и биоэнергетическую эффективность возделывания люпина белого сорта Дега.

На варианте опыта $N_{60}P_{60}K_{60} + ЖУСС-2$ урожайность семян люпина составила 2,50 т/га, на варианте $N_{60}P_{60}K_{60}+ ЖУСС-3$ – 2,45 т/га, превысив контроль на 1,00 и 0,95 т/га, что экономически и энергетически эффективно.

На основании проведенных полевых исследований нами разработана технологическая схема возделывания люпина белого сорта Дега для сельскохозяйственных предприятий Белгородской области (таблица 16).

Таблица 16. Технологическая схема возделывания люпина белого сорта Дега

Сроки проведения	Основные агротехнические приемы	Примечание
1	2	3
Июль - август	Уборка зерновых колосовых предшественников	Равномерное распределение измельченной соломы
Июль - август	Лущение стерни на глубину 6-8 см	Провокации прорастания семян сорняков. Заделка соломы
Август - сентябрь	Внесение гербицидов сплошного действия типа ГлифАлт, ВР – 2-4 л/га	Борьба с однолетними злаковыми и двудольными сорняками
Сентябрь - октябрь	Дискование почвы на глубину 12-14 см	Выравнивание поверхности поля
3 декада марта - 1 декада апреля	Закрытие почвенной влаги зубовыми боронами на глубину 3-4 см	Нарушение капилляров. Сохранение влаги в почве
За 2-3 недели до посева	Протравливание семян Тигам, 70% СП – 3-4 кг/т с добавлением воды 10-12 л/т	Обеззараживание семян
Перед предпосевной культивацией	Внесение минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$	Данная доза не оказывает угнетающего действия на азотфиксирующие бактерии

1	2	3
В день посева	Предпосевная культивация на глубину заделки семян 3-4 см	Заделка удобрений, подрезание всходов сорняков
В день посева	Обработка семян ризоторфином для люпина 200 г на гектарную норму семян	Заражение корней культуры вирулентным штаммом азотфиксирующих бактерий
При температуре почвы 6-7 °С на глубине посева	Посев рядовой зерновой сеялкой на глубину 3-4 см, норма высева семян 1,1-1,3 млн шт./га	Расчет весовой нормы высева с учетом посевной годности и массы 1000 семян
Вслед за посевом	Прикатывание посевов кольчато-шпоровыми катками	С целью лучшего контакта семян с почвой, подтягивания влаги из нижних слоев почвы.
Вслед за прикатыванием	Обработка почвенным гербицидом Гезагард (3,0 л/га)	Контроль зон перекрытия при опрыскивании. Норма расхода рабочего раствора 300-400 л/га
Начиная с фазы нарастания листьев до бутонизации при необходимости	Обработка против болезней фунгицидами Амистар Экстра (0,5 л/га) или Браво с Рекс Дуо (1,5+0,3 кг/га)	С учетом ЭПВ. Контроль зон перекрытия при опрыскивании. Норма расхода рабочего раствора 300-400 л/га
В течение вегетации растений при необходимости	Обработка посевов против вредителей (тля, клубеньковые долгоносики, луговой мотылек) Каратэ Зеон, МКС – 0,15 л/га	С учетом видового состава и ЭПВ
3-5 настоящих листьев культуры	Борьба с сорняками против однодольных и двудольных сорняков гербицидом Пивот, ВК 0,4-0,5 л/га	С учетом видового состава и ЭПВ. Контроль зон перекрытия при опрыскивании. Норма расхода рабочего раствора 300-400 л/га
В фазе бутонизации	Некорневая подкормка жидким удобрительным стимулирующим составом ЖУСС-2 в дозе 2,0 л/га	С учетом обеспеченности почвы микроэлементами
Высыхание на корню до стандартной влажности	Уборка прямым комбайнированием с частотой вращения барабана 650-750 об./мин.	Влажность семян 14%
После уборки	Первичная очистка и подработка семян	

Таким образом, при возделывании люпина белого на семена в условиях Белгородской области целесообразно использовать высокопродуктивный засухоустойчивый сорт Дега, размещать посевы после яровых зерновых культур с разбрасыванием измельченной соломы по поверхности поля, вносить минеральные удобрения $N_{60}P_{60}K_{60}$ в комплексе с некорневой подкормкой жидким удобрительным стимулирующим составом ЖУСС-2 в фазе бутонизации растений в дозе 2,0 л/га. Данная технология обеспечит высокую урожайность семян – 2,5-3,0 т/га и приемлема для освоения в современных сельскохозяйственных предприятиях области.

4. АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРТОВОГО СОСТАВА КОРМОВОГО ЛЮПИНА

В современном аграрном производстве Центрально-Черноземного региона, куда входит Белгородская область, наряду с традиционными зерновыми бобовыми культурами – горохом и соей, особого внимания заслуживает кормовой люпин. Люпин является важной зернобобовой культурой, источником полноценного растительного белка для различных видов животных. Необходимо расширение посевных площадей под люпином в области, что позволит уменьшить закупки импортного соевого шрота [94, 95, 97, 101].

Почвенно-климатические условия области довольно благоприятны для возделывания люпина на зернофуражные цели. Современные кормовые сорта люпина отличаются высокой семенной продуктивностью и повышенным содержанием белка в семенах, что создает предпосылки для успешного решения белковой проблемы в кормопроизводстве. Однако для гарантированного регионального семеноводства и кормопроизводства нужны виды и сорта люпина, которые способны максимально использовать ресурсы региона. В связи с этим появилась необходимость в сравнительной оценке селекционного материала люпина с целью выявления новых сортов, адаптивных к почвенно-климатическим условиям области. При этом предпочтение должно отдаваться засухоустойчивым, адаптивным сортам люпина, обладающим комплексом хозяйственно ценных признаков и обеспечивающим высокую семенную продуктивность, наибольший сбор сырого протеина, жира при наименьших материальных и биоэнергетических затратах их возделывания.

Величина и качество урожая семян люпина сильно зависят как от генотипических особенностей конкретного вида и сорта, так и от складывающихся метеорологических условий, выступающих как важнейшие факторы формирования продуктивности растений. Ответные реакции сортов и сортообразцов люпина на почвенно-климатические условия неоднозначны, что выражается в широком варьировании основных хозяйственно ценных признаков.

4.1. Характеристика вегетационного периода сортов и сортообразцов люпина

В природно-климатических условиях Белгородской области большой интерес представляют скороспелые сорта люпина с высокими адаптивными свойствами. Основной задачей современной селекции кормового люпина является объединение высокой урожайности семян с оптимальной продолжительностью периода вегетации [99].

Период вегетации – период времени, за который растение полностью проходит свой цикл развития от посева до созревания. Продолжительность периода вегетации – это важнейшее сортовое и экологическое свойство растений, от которого непосредственно зависит формирование продуктивности культуры. На продолжительность периода активной вегетации люпина влияют не только генетические свойства и биологические особенности сорта, но и складывающиеся погодные условия. Для сравнительной оценки сортов люпина по скороспелости необходимо проведение фенологических наблюдений и установление продолжительности периода вегетации культуры.

Посев люпина узколистного и белого проводили в оптимальные сроки при достижении физической спелости почвы и прогревании посевного слоя до 6-7 °С. Сорта и сортообразцы люпина узколистного в 2014 году были посеяны 11 апреля, в 2015 году – 14 апреля, сорта и сортообразцы люпина белого – соответственно 13 и 15 апреля.

Во время вегетации люпина выделяют несколько основных фенологических фаз, которые имеют определенную продолжительность и в зависимости от условий их протекания по-разному влияют на урожайность культуры. Продолжительность межфазных периодов мы определяли по следующим фазам развития люпина: полные всходы, нарастание листьев, ветвление, бутонизация, цветение, образование бобов, созревание семян. Фазы роста и развития растений люпина отличаются между собой морфологическими признаками, появлением новых органов, формированием элементов продуктивности [54, 64].

Фаза всходов у люпина отмечается при появлении на поверхности почвы семядольных листьев. Нарастание листьев люпина характеризуется формированием 2-4 настоящих листьев. Ветвление отличается интенсивным приростом высоты растений и образованием боковых побегов. В фазе бутонизации отмечают появление соцветия в виде бутона верхушечной кисти. Цветение и плодообразование характеризуются раскрытием цветков, оплодотворением и завязыванием бобов [54].

У изучаемых нами сортов и сортообразцов люпина продолжительность периода посев-всходы была различной и варьировала в зависимости от видовых особенностей культуры и складывающихся метеорологических условий. В 2014 году у сортов и сортообразцов люпина узколистного полные всходы были отмечены через 12-14 суток после посева, в 2015 году – через 11-13 суток, у сортов и сортообразцов люпина белого всходы появлялись соответственно через 13-14 и 12-13 суток (приложение 33, 34, 35, 36).

Продолжительность периодов между отдельными фазами роста и развития растений люпина узколистного и белого различалась по годам в зависимости от видовых и сортовых особенностей культуры.

Длительность периода от нарастания листьев до ветвления у сортов и сортообразцов люпина узколистного варьировала в годы исследований от 9 до 13 суток. У сортов и сортообразцов люпина белого данный межфазный период оказался более продолжительным и варьировал от 12 до 14 суток.

Межфазные периоды ветвление – бутонизация и бутонизация – цветение у сортов и сортообразцов люпина узколистного колебались от 8 до 12 суток и оказались на 1-2 суток менее продолжительными по сравнению с люпином белым.

Продолжительность периода от цветения до образования бобов у сортов и сортообразцов люпина узколистного находилась в пределах от 13 до 17 суток, что также на 1-2 суток меньше, чем у люпина белого.

Промежуток времени от образования бобов до созревания семян сортов и сортообразцов люпина узколистного варьировал в годы исследований от 28

до 32 суток. Продолжительность данного межфазного периода у сортов и сортообразцов люпина белого варьировала от 32 до 36 суток, что на 4 суток больше по сравнению с люпином узколистным. Все это в совокупности обусловило видовые и сортовые различия люпина по длительности вегетационного периода.

В годы проведения исследований все сорта и сортообразцы люпина развивались ускоренно. Продолжительность периода от всходов до созревания у сортов и сортообразцов люпина узколистного в среднем за годы исследований варьировала от 86 до 93 суток. В то же время у сортов и сортообразцов люпина белого период вегетации был более продолжительным и колебался от 94 до 102 суток, что на 8-9 суток больше по сравнению с люпином узколистным (таблица 17, 18).

Таблица 17. Продолжительность периодов развития люпина узколистного, суток

Сорт, сортообразец	Всходы – созревание			Посев – созревание		
	2014 г.	2015 г.	среднее	2014 г.	2015 г.	среднее
Кристалл, st.	94	90	92	107	102	105
Витязь	89	86	88	101	97	99
Радужный	88	84	86	100	95	98
Смена	92	90	91	106	102	104
Белозерный 110	91	87	89	104	99	102
Брянский 9-10	90	87	89	102	98	100
ФЛУ-65-08	90	87	89	102	99	101
СН 78-07	91	86	89	103	97	100
Кормовой 77-11	93	89	91	107	101	104
СН 140-10	91	89	90	105	102	104
ВНИИЛ 13-13	90	86	88	102	98	100
Брянский 14-12	93	89	91	106	101	104
Брянский 15	93	89	91	107	102	105
Узколистный 32-12	91	88	90	105	100	103
ФЛУ 33-12	90	87	89	103	98	101
Брянский 35-12	92	89	91	106	101	104
СН 33-05	94	90	92	107	103	105
Высокорослый 37-12	94	92	93	108	104	106
СН 30-10	91	88	90	104	99	102
СН 63-12	94	91	93	108	103	106

В засушливых условиях региона у люпина узколистного более скороспелыми оказались сорта Радужный, Витязь, Белозерный 110 и сортообразцы ВНИИЛ 13-13, Брянский 9-10, ФЛУ-65-08, ФЛУ 33-12, СН 78-07, у которых продолжительность периода вегетации составила 86-89 суток. У люпина белого наиболее скороспелыми были сортообразцы СН 816-09, и.о. Дега, СН 1022-09, СН 1397-10, СН 206-07, СН 990-09 с продолжительностью периода вегетации 94-96 суток.

Таблица 18. Продолжительность периодов развития люпина белого, суток

Сорт, сортообразец	Всходы – созревание			Посев – созревание		
	2014 г.	2015 г.	средняя	2014 г.	2015 г.	средняя
Дега, st.	96	100	98	110	113	112
Деснянский 2	99	102	101	112	115	114
Алый парус	99	105	102	113	117	115
СН 1677-10	97	102	100	110	114	112
СН 8-12	95	100	98	109	113	111
СН 23-12	94	99	97	108	112	110
СН 24-12	96	101	99	109	113	111
СН51-11	97	100	99	111	113	112
СН 206-07	94	98	96	108	111	110
СН 65-08	95	99	97	109	112	111
СН 69-08	100	103	102	114	116	115
СН 1022-09	93	97	95	107	110	109
СН 51-08	96	100	98	109	112	111
СН 1397-10	93	98	96	106	110	108
СН 6-11	95	98	97	109	111	110
СН 983-09	95	99	97	108	112	110
СН 990-09	94	97	96	107	110	109
и.о. Дега	92	98	95	106	110	108
СН 816-09	91	96	94	105	109	107
СН 40-12	97	102	100	111	114	113
СН 1014-09	96	98	97	109	111	110

Таким образом, погодные условия оказывают большое влияние на общую продолжительность вегетации люпина и длительность отдельных межфазных периодов. В засушливых условиях, сложившихся в годы проведения исследований, все изучаемые сорта и сортообразцы кормового люпина ока-

зались скороспелыми. Этот признак имеет исключительно важное значение для всех зон люпиносеяния, так как от него зависит успех в расширении посевных площадей и увеличении валовой продукции люпина.

4.2. Линейный рост растений сортов и сортообразцов люпина

Развитие растений – это последовательные количественные и качественные изменения структуры и функций органов растительного организма, возникающие в процессе онтогенеза. Рост и развитие растений тесно взаимосвязаны между собой. Одним из основных показателей развития растений является их линейный рост. Культурные растения должны обладать интенсивными темпами роста, что дает возможность быстрее наращивать биомассу, раньше уйти от летнего дефицита влаги, меньше страдать от сорной растительности. Высота растений является генетически детерминированным признаком. Однако существенное влияние на рост и развитие растений могут оказывать элементы технологии, а также погодные условия возделывания.

В наших исследованиях интенсивность роста и высота растений люпина различались в зависимости от видовых, сортовых особенностей культуры и складывающихся погодных условий (приложение 37, 38, 39, 40).

Наибольшая высота растений люпина узколистного во все фазы вегетации была отмечена у сорта Брянский 15 и сортообразцов Узколистный 32-12, ФЛУ 33-12, ФЛУ-65-08, Высокослый 37-12, СН 78- 07. Так, в фазе образования бобов высота растений составила у сорта Брянский 15 – 59,4 см, у сортообразцов Узколистный 32-12 – 58,1 см, ФЛУ 33-12 – 58,8 см, ФЛУ-65-08 – 58,9 см, Высокослый 37-12 – 60,7 см, СН 78- 07 – 68,7 см, превысив стандарт на 7,8 см, 8,5 см, 8,6 см, 10,4 см и 18,4 см, что математически доказано на 5% уровне значимости.

В фазе образования бобов высота растений у сортов Смена, Белозерный 110, Витязь, Радужный и сортообразцов Брянский 9-10, Кормовой 77-11, СН 30-10 составила 52,7-57,9 см, что на 2,4-7,6 см выше, чем у стандартного

сорта Кристалл. Различия по высоте растений между данными сортами, сортообразцами и стандартом существенны на 5% уровне значимости. Отклонения по высоте растений между сортообразцами ВНИИЛ 13-13, СН 33-05 и стандартным сортом не выходят за пределы НСР₀₅.

На протяжении всего вегетационного периода сортообразцы люпина узколистного Брянский 14-12, Брянский 35-12, СН 140-10 имели наименьшую высоту растений, которая в фазе образования бобов составила соответственно 47,3 см, 47,4 см, что достоверно меньше, чем у стандарта (таблица 19).

Таблица 19. Высота растений люпина узколистного по фазам развития, см (2014-2015 гг.)

Сорт, сортообразец	Средняя высота растений в фазы				
	нарастания листьев	ветвле- ния	бутониза- ции	цвете- ния	образование бобов
Кристалл st.	14,5	22,1	30,2	43,2	50,3
Витязь	14,8	23,0	32,9 ⁺	46,0 ⁺	56,1 ⁺
Радужный	14,1	20,9	29,4	44,1	53,0 ⁺
Смена	16,0	24,8 ⁺	36,2 ⁺	48,5 ⁺	57,9 ⁺
Белозерный 110	15,0	23,2	33,6 ⁺	46,8 ⁺	56,9 ⁺
Брянский 9-10	15,6	24,3 ⁺	33,4 ⁺	47,9 ⁺	57,0 ⁺
ФЛУ-65-08	16,2 ⁺	24,8 ⁺	36,2 ⁺	49,1 ⁺	58,9 ⁺
СН 78-07	16,2 ⁺	24,1 ⁺	36,0 ⁺	53,0 ⁺	68,7 ⁺
Кормовой 77-11	15,1	22,3	32,8 ⁺	45,6 ⁺	54,2 ⁺
СН 140-10	11,9 ⁻	20,0 ⁻	28,5	40,2 ⁻	47,4 ⁻
ВНИИЛ 13-13	12,2 ⁻	19,4 ⁻	29,1	43,0	51,2
Брянский 14-12	12,4 ⁻	19,8 ⁻	28,3	40,0 ⁻	47,3 ⁻
Брянский 15	16,7 ⁺	25,7 ⁺	36,8 ⁺	49,6 ⁺	59,4 ⁺
Узколистный 32-12	16,8 ⁺	25,9 ⁺	36,4 ⁺	49,0 ⁺	58,1 ⁺
ФЛУ 33-12	16,4 ⁺	25,3 ⁺	35,8 ⁺	49,2 ⁺	58,8 ⁺
Брянский 35-12	12,7 ⁻	20,1 ⁻	28,1 ⁻	39,5 ⁻	47,3 ⁻
СН 33-05	13,8	21,2	30,0	41,6	50,2
Высокорослый 37-12	17,2 ⁺	26,2 ⁺	38,4 ⁺	51,8 ⁺	60,7 ⁺
СН 30-10	13,3	21,5	30,4	44,6	52,7 ⁺
СН 63-12	14,4	22,0	30,1	40,6 ⁻	49,4
НСР ₀₅					
2014 год	1,3	1,2	1,3	1,4	1,4
2015 год	1,5	1,7	2,6	1,6	1,7

Примечание: в таблице знаком⁺ выделены варианты, достоверно превышающие стандарт, знаком⁻ – уступающие стандарту на 5% уровне значимости.

В наших исследованиях было также отмечено, что приросты высоты растений люпина узколистного различались в зависимости от сорта, сортообразца и межфазного периода вегетации.

В начале вегетации линейные приросты растений сортов и сортообразцов люпина узколистного были небольшими и в межфазный период нарастания листьев – ветвления варьировали от 6,8 до 9,1 см (таблица 20).

Таблица 20. Линейный прирост растений люпина узколистного, см (2014-2015 гг.)

Сорт, сортообразец	Линейный прирост в межфазные периоды вегетации			
	нарастания листьев – ветвления	ветвления – бутонизации	бутонизации – цветения	цветения – образования бобов
Кристалл, st.	7,6	8,1	13,0	7,1
Витязь	8,2	9,9	13,1	10,1
Радужный	6,8	8,5	14,7	8,9
Смена	8,8	11,4	12,3	9,4
Белозерный 110	8,2	10,4	13,2	10,1
Брянский 9-10	8,7	9,1	14,5	9,1
ФЛУ-65-08	8,6	11,4	12,9	9,8
СН 78-07	7,9	11,9	17,0	15,7
Кормовой 77-11	7,2	10,5	12,8	8,6
СН 140-10	8,1	8,5	11,7	7,2
ВНИИЛ 13-13	7,2	9,7	13,9	8,2
Брянский 14-12	7,4	8,5	11,7	7,3
Брянский 15	9,0	11,1	12,8	9,8
Узколистный 32-12	9,1	10,5	12,6	9,1
ФЛУ 33-12	8,9	10,5	13,4	9,6
Брянский 35-12	7,4	8,0	11,4	7,8
СН 33-05	7,4	8,8	11,6	8,6
Высокорослый 37-12	9,0	12,2	13,4	8,9
СН 30-10	8,2	8,9	14,2	8,1
СН 63-12	7,6	8,1	10,5	8,8

Максимальные приросты высоты растений люпина узколистного были отмечены в межфазный период бутонизация – цветение, которые варьировали от 10,5 до 17,0 см. Сорт Радужный и сортообразцы СН 30-10, Брянский 9-10, СН 78-07 в данный межфазный период отличались наибольшим линей-

ным приростом, который превысил стандарт на 1,2-4,0 см. В межфазный период цветение – образование бобов приросты высоты растений снизились у всех сортов и сортообразцов люпина узколистного и находились в пределах от 7,1 до 15,7 см.

У люпина белого во все фазы вегетации наибольшая высота растений была отмечена у сорта Алый парус, которая в фазе образования бобов составила 72,5 см, превысив стандарт на 10,9 см, что статистически достоверно (таблица 21).

Таблица 21. Высота растений люпина белого по фазам развития, см (2014-2015 гг.)

Сорт, сортообразец	Средняя высота растений в фазы				
	нарастания листьев	ветвления	бутонизации	цветения	образования бобов
Дега, st.	16,8	24,9	35,2	47,6	61,6
Деснянский 2	15,7	24,3	33,5	45,4	58,6
Алый парус	18,5 ⁺	28,6 ⁺	40,6 ⁺	56,8 ⁺	72,5 ⁺
СН 1677-10	17,8	25,7	36,0	47,5	61,3
СН 8-12	13,3 ⁻	19,8 ⁻	28,2 ⁻	41,9 ⁻	53,6 ⁻
СН 23-12	13,8 ⁻	20,2 ⁻	27,2 ⁻	39,0 ⁻	50,9 ⁻
СН 24-12	14,0 ⁻	20,7 ⁻	26,8 ⁻	38,8 ⁻	50,2 ⁻
СН51-11	16,6	24,7	34,4	48,3	61,4
СН 206-07	14,9 ⁻	21,8 ⁻	29,7 ⁻	41,8 ⁻	54,2 ⁻
СН 65-08	15,5	21,9 ⁻	29,5 ⁻	40,0 ⁻	52,2 ⁻
СН 69-08	17,3	25,3	36,2	48,7	61,1
СН 1022-09	12,2 ⁻	17,8 ⁻	24,9 ⁻	35,6 ⁻	49,2 ⁻
СН 51-08	13,2 ⁻	19,3 ⁻	27,4 ⁻	39,6 ⁻	53,0 ⁻
СН 1397-10	11,9 ⁻	18,5 ⁻	27,5 ⁻	39,2 ⁻	51,9 ⁻
СН 6-11	17,0	25,4	35,8	48,1	61,2
СН 983-09	11,1 ⁻	17,8 ⁻	27,9 ⁻	42,2 ⁻	53,5 ⁻
СН 990-09	14,4 ⁻	20,3 ⁻	27,6 ⁻	36,8 ⁻	49,9 ⁻
и.о. Дега	12,6 ⁻	18,6 ⁻	27,3 ⁻	40,2 ⁻	52,7 ⁻
СН 816-09	14,6 ⁻	20,8 ⁻	28,1 ⁻	38,9 ⁻	51,2 ⁻
СН 40-12	17,5	25,0	33,1 ⁻	45,8	59,5
СН 1014-09	12,3 ⁻	19,2 ⁻	28,6 ⁻	42,0 ⁻	54,4 ⁻
НСР ₀₅					
2014 год	1,4	1,5	1,7	2,4	3,8
2015 год	1,5	1,6	1,5	1,6	1,7

Примечание: в таблице знаком⁺ выделены варианты, достоверно превышающие стандарт, знаком⁻ – уступающие стандарту на 5% уровне значимости

Различия по высоте между стандартным сортом люпина белого Дега и сортом Деснянский 2, сортообразцами СН 40-12, СН 69-08, СН 6-11, СН 1677-10, СН 51-11 находились в пределах ошибки опыта. Остальные сортообразцы люпина белого характеризовались наименьшей высотой растений, которая в фазе образования бобов варьировала от 49,2 до 54,2 см, что существенно ниже, чем у стандартного сорта Дега.

У люпина белого наибольшие линейные приросты растений были отмечены в межфазные периоды бутонизация-цветение и цветение-образование бобов, которые находились в пределах соответственно от 9,2 до 16,2 см и от 11,3 до 15,7 см (таблица 22).

Таблица 22. Линейный прирост растений люпина белого, см (2014-2015 гг.)

Сорт, сортообразец	Линейный прирост в межфазные периоды вегетации			
	нарастания листьев – ветвления	ветвления – бутонизации	бутонизации – цветения	цветения – образования бобов
Дега, st.	8,1	10,3	12,4	14,0
Деснянский 2	8,6	9,2	11,9	13,2
Алый парус	10,1	12,0	16,2	15,7
СН 1677-10	7,9	10,3	11,5	13,8
СН 8-12	6,5	8,4	13,7	11,7
СН 23-12	6,4	7,0	11,8	11,9
СН 24-12	6,7	6,1	12,0	11,4
СН51-11	8,1	9,7	13,9	13,1
СН 206-07	6,9	7,9	12,1	12,4
СН 65-08	6,4	7,6	10,5	12,2
СН 69-08	8,0	10,9	12,5	12,4
СН 1022-09	5,6	7,1	10,7	13,6
СН 51-08	6,1	8,1	12,2	13,4
СН 1397-10	6,6	9,0	11,7	12,7
СН 6-11	8,4	10,4	12,3	13,1
СН 983-09	6,7	10,1	14,3	11,3
СН 990-09	5,9	7,3	9,2	13,1
и.о. Дега	6,0	8,7	12,9	12,5
СН 816-09	6,2	7,3	10,8	12,3
СН 40-12	7,5	8,1	12,7	13,7
СН 1014-09	6,9	9,4	13,4	12,4

Сорт люпина белого Алый парус и сортообразцы СН 1014-09, СН 8-12, СН 51-11, СН 983-09 в межфазный период бутонизация - цветение отличались наибольшими приростами высоты растений, которые варьировали от 13,4 до 16,2 см и превысили стандарт на 1,0-3,8 см. В межфазный период цветение – образование бобов лишь сорт Алый парус имел больший линейный прирост по сравнению со стандартом.

Приведенные результаты исследований показывают, что линейный рост растений сортов и сортообразцов люпина находится в тесной зависимости от видовых, сортовых различий и складывающихся погодных условий. Чем благоприятней в период вегетации температурный режим и условия влагообеспеченности люпина, тем больше высота растений. В наших опытах в годы проведения исследований погодные условия в большей степени оказывали влияние на высоту растений сортов и сортообразцов люпина белого.

4.3. Урожай семян сортов и сортообразцов люпина

Урожайность изучаемых сортов и сортообразцов люпина является основным показателем эффективности их производства. Для получения высоких урожаев семян люпина хорошего качества нужно рационально сочетать продукционный потенциал сортов и почвенно-климатические условия региона. Новые сорта люпина, созданные в ФГБНУ ВНИИ люпина, отличаются высокой продуктивностью и технологичностью, но не имеют пока широкого распространения в условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона. Поэтому необходимо выявить наиболее скороспелые, засухоустойчивые, адаптивные сорта и сортообразцы люпина, способные давать в условиях региона высокие и стабильные урожаи семян.

Полученные нами в микрополевом опыте данные показывают, что сложившиеся метеорологические условия оказывали значительное влияние на урожайность семян люпина узколистного и белого (приложение 41, 42, 43, 44).

В сложившихся в годы проведения исследований засушливых условиях вегетационного периода урожайность семян у 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 Кристалл.

Высокая урожайность семян была также получена у сортов Белозерный 110 – 317 г/м², Смена – 300 г/м², сортообразцов Узколистный 32-12 – 314 г/м², СН 140-10 – 293 г/м², Кормовой 77-11 – 284 г/м², у которых прибавка к стандарту составила 97-130 г/м², или 52-70%, что статистически достоверно (таблица 23).

Таблица 23. Урожайность семян сортов и сортообразцов люпина узколистного

Сорт, сортообразец	Урожайность, г/м ²			± к стандарту	
	2014 г.	2015 г.	средняя	г/м ²	%
Кристалл, st.	210	164	187	-	-
Витязь	268 ⁺	245 ⁺	257	70	37
Радужный	298 ⁺	236 ⁺	267	80	43
Смена	345 ⁺	254 ⁺	300	113	60
Белозерный 110	354 ⁺	279 ⁺	317	130	70
Брянский 9-10	272 ⁺	220 ⁺	246	59	32
ФЛУ-65-08	220	189 ⁺	205	18	10
СН 78-07	255 ⁺	213 ⁺	234	47	25
Кормовой 77-11	281 ⁺	286 ⁺	284	97	52
СН 140-10	319 ⁺	266 ⁺	293	106	57
ВНИИЛ 13-13	459 ⁺	318 ⁺	389	202	108
Брянский 14-12	255 ⁺	176	216	29	16
Брянский 15	221	197 ⁺	209	22	12
Узколистный 32-12	352 ⁺	275 ⁺	314	127	68
ФЛУ 33-12	257 ⁺	251 ⁺	254	67	36
Брянский 35-12	264 ⁺	182	223	36	1
СН 33-05	163 ⁻	111 ⁻	137	-50	-27
Высокорослый 37-12	224	169	197	10	5
СН 30-10	121 ⁻	67 ⁻	94	-93	-50
СН 63-12	201	144 ⁻	173	-14	-8
НСР ₀₅	19,6	19,1	-	-	-

Примечание: в таблице знаком⁺ выделены варианты, достоверно превышающие стандарт, знаком⁻ – уступающие стандарту на 5% уровне значимости

Сорта Витязь, Радужный, Брянский 15 и сортообразцы СН 78-07, Брянский 14-12, ФЛУ 33-12, Брянский 35-12, Брянский 9-10 также обеспечили получение довольно высокой урожайности семян, которая варьировала от 209 до 267 г/м², превысив стандарт на 22-80 г/м², или 12-43%, по сравнению со стандартным сортом, что математически доказано на 5% уровне значимости. На уровне стандарта оказались сортообразцы СН 63-12 – 173 г/м², Высокорослый 37-12 – 197 г/м², ФЛУ-65-08 – 205 г/м², различия по урожайности между которыми находились в пределах ошибки опыта.

Наименьшая урожайность семян была отмечена у сортообразцов СН 30-10 – 94 г/м², СН 33-05 – 137 г/м², что на 93 г/м², 50 г/м² ниже, чем у стандартного сорта Кристалл. Отклонения по урожайности между данными сортообразцами и стандартом существенны на 5% уровне значимости.

Все сорта и сортообразцы люпина белого оказались более урожайными по сравнению с люпином узколистным. Урожайность семян люпина белого варьировала от 334 до 496 г/м² и была в 1,3-3,6 раза выше по сравнению с люпином узколистным.

Самую высокую урожайность обеспечили сортообразцы люпина белого СН 8-12 – 458 г/м², СН 6-11 – 482 г/м², СН 1397-10 – 483 г/м², СН 65-08 – 487 г/м², СН 990-09 – 496 г/м², превысив стандарт на 109-147 г/м², или 31-42%, что статистически достоверно. Высокая урожайность семян была также получена у сорта Алый парус – 381 г/м² и сортообразцов СН 206-07 – 383 г/м², СН 816-09 – 401 г/м², СН 24-12 – 404 г/м², СН 23-12 – 412 г/м², СН 69-08 – 413 г/м², СН 51-11 – 417 г/м², СН 40-12 – 419 г/м², СН 983-09 – 444 г/м², и.о. Дега – 447 г/м², СН 51-08 – 454 г/м², превысив стандарт на 32-105 г/м², что математически доказано на 5% уровне значимости.

На уровне стандарта оказались сорт Деснянский 2 и сортообразцы СН 1022-09, СН 1677-10, СН 1014-09, урожайность которых варьировала от 334 до 354 г/м², тогда как у стандартного сорта Дега – 349 г/м². Отклонения по урожайности между данным сортом, сортообразцами и стандартом не выходят за пределы НСР₀₅ (таблица 24).

Таблица 24. Урожайность семян сортов и сортообразцов люпина белого

Сорт, сортообразец	Урожайность, г/м ²			± к стандарту	
	2014 г.	2015 г.	средняя	г/м ²	%
Дега, st.	392	305	349	-	-
Деснянский 2	381	326	354	5	1
Алый парус	408	354 ⁺	381	32	9
СН 1677-10	355 ⁻	317	336	-13	-4
СН 8-12	508 ⁺	407 ⁺	458	109	31
СН 23-12	444 ⁺	379 ⁺	412	63	18
СН 24-12	441 ⁺	366 ⁺	404	55	16
СН 51-11	456 ⁺	377 ⁺	417	68	20
СН 206-07	426 ⁺	340 ⁺	383	34	10
СН 65-08	542 ⁺	432 ⁺	487	138	40
СН 69-08	430 ⁺	395 ⁺	413	64	18
СН 1022-09	374	293	334	-15	-4
СН 51-08	486 ⁺	421 ⁺	454	105	30
СН 1397-10	539 ⁺	427 ⁺	483	134	38
СН 6-11	526 ⁺	438 ⁺	482	133	38
СН 983-09	468 ⁺	419 ⁺	444	95	27
СН 990-09	547 ⁺	445 ⁺	496	147	42
и.о. Дега	478 ⁺	416 ⁺	447	98	28
СН 816-09	440 ⁺	361 ⁺	401	52	15
СН 40-12	437 ⁺	400 ⁺	419	70	20
СН 1014-09	371	310	341	-8	-2
НСР ₀₅	23,0	21,1	-	-	-

Примечание: в таблице знаком⁺ выделены варианты, достоверно превышающие стандарт, знаком⁻ – уступающие стандарту на 5% уровне значимости

Таким образом, в среднем за годы исследований у люпина узколистного более урожайными оказались сорта Смена и Белозерный 110, а также сортообразцы Кормовой 77-11, СН 140-10, Узколистный 32-12, ВНИИЛ 13-13, которые формировали довольно высокий урожай семян – от 284 до 389 г/м². Изучаемые сорта и сортообразцы люпина белого характеризовались более высокой урожайностью. По семенной продуктивности в засушливых условиях вегетации выделились сорт Алый парус – 381 г/м² и сортообразцы СН 8-12, СН 6-11, СН 1397-10, СН 65-08, СН 990-09, у которых урожай семян варьировал от 458 до 496 г/м².

4.4. Структура урожая сортов и сортообразцов люпина

Анализ структуры урожая – важный метод оценки развития культурных растений, который позволяет установить закономерности формирования урожая и определить его зависимость от факторов внешней среды. К числу важнейших элементов структуры урожая люпина относятся: густота стояния растений к уборке, число бобов и семян на одном растении, масса семян с одного растения и масса тысячи семян. Показатель густоты стояния растений является важнейшим фактором формирования урожая культуры. В загущенных и изреженных посевах наблюдается недобор урожая по сравнению с оптимальной густотой. Густота стояния растений к уборке зависит, в первую очередь, от нормы высева семян, всхожести семенного материала и выживаемости растений в течение вегетационного периода. Число бобов и семян на растении считается одним из предопределяющих количественных признаков люпина, отвечающих за их продуктивность [110].

Не менее важным элементом структуры урожая люпина является масса тысячи семян, которая служит показателем их крупности и выполненности. Посев тяжеловесными семенами всегда обеспечивает получение более высоких урожаев по сравнению с посевом мелкими, легковесными семенами.

Все элементы структуры урожая находятся в зависимости не только от складывающихся метеорологических условий в годы исследований, но и от видовых и сортовых особенностей культуры (приложение 45, 46, 47, 48).

Наши исследования показали, что число растений, сохранившихся к уборке, не имело существенных различий как в зависимости от вида люпина, так и между сортами и сортообразцами. У сортов и сортообразцов люпина узколистного густота стояния растений перед уборкой варьировала от 76 до 83 шт./м², у люпина белого – от 81 до 84 шт./м².

Наибольшее число бобов в среднем на одно растение люпина узколистного было отмечено у сорта Радужный – 7,6 шт. и сортообразцов ВНИИЛ 13-13 – 7,2 шт., ФЛУ 33-12 – 7,3 шт., Кормовой 77-11 – 7,8 шт.,

СН 140-10 – 7,8 шт., Узколистый 32-12 – 8,0 шт., что на 1,2 – 2,0 шт. больше по сравнению со стандартным сортом (таблица 25).

Таблица 25. Элементы структуры урожая люпина узколистого (2014-2015 гг.)

Сорт, сортообразец	Число бобов на 1 раст., шт.	Число семян на 1 раст., шт.	Масса семян с 1 раст., г	Масса 1000 семян, г
Кристалл, st.	6,0	17,5	2,7	151
Витязь	6,5	22,5	3,7	163
Радужный	7,6	23,7	3,9	164
Смена	6,9	25,9	4,2	162
Белозерный 110	6,6	26,7	4,6	171
Брянский 9-10	5,1	20,4	3,5	169
ФЛУ-65-08	5,4	18,4	2,9	155
СН 78-07	5,3	19,7	3,2	163
Кормовой 77-11	7,8	24,9	4,1	165
СН 140-10	7,8	25,1	4,1	163
ВНИИЛ 13-13	7,2	30,5	5,6	183
Брянский 14-12	5,7	19,9	3,0	148
Брянский 15	5,2	19,6	2,9	149
Узколистый 32-12	8,0	26,5	4,5	168
ФЛУ 33-12	7,3	23,1	3,7	158
Брянский 35-12	5,0	20,6	3,3	159
СН 33-05	4,5	15,6	2,2	137
Высокорослый 37-12	5,5	20,0	3,0	150
СН 30-10	3,9	13,0	1,7	130
СН 63-12	4,9	16,9	2,6	154

Наименьшим числом бобов на растении характеризовался сортообразец люпина узколистого СН 30-10 – 3,9 шт., что в 1,5 раза меньше, чем у сорта Кристалл. У остальных сортов и сортообразцов люпина узколистого этот показатель варьировал от 4,5 до 6,9 шт.

Максимальное число семян на растении от 24,9 до 30,5 шт. обеспечили сорта люпина узколистого Смена, Белозерный 110, сортообразцы Кормовой 77-11, СН 140-10, Узколистый 32-12, ВНИИЛ 13-13, что на 7,4-13,0 шт. больше, чем у стандарта. У остальных сортов и сортообразцов число семян с одного растения находилось в пределах от 13,0 до 23,7 шт. Аналогичные закономерности были отмечены и по массе семян с одного растения люпина

узколистного. Масса тысячи семян также отличалась в зависимости от сорта и сортообразца люпина узколистного и варьировала от 130 до 183 г. Наибольшая масса тысячи семян была отмечена у сорта Белозерный 110 – 171 г и сортообразцов Брянский 9-10 – 169 г, ВНИИЛ 13-13 – 183 г, что превышает стандарт на 18-32 г.

Сорта и сортообразцы люпина белого отличались меньшим числом бобов и семян с одного растения, но большей массой тысячи семян по сравнению с люпином узколистным. Число бобов на растении у сортов и сортообразцов люпина белого варьировало от 5,3 до 7,4 шт. Наибольшее число бобов на растении было отмечено у сортообразцов люпина белого СН 65-08 – 7,0 шт., СН 990-09 – 7,0 шт., СН 24-12 – 7,4 шт., что на 1,1-1,5 шт. больше, чем у стандарта (таблица 26).

Таблица 26. Элементы структуры урожая люпина белого (2014-2015 гг.)

Сорт, сортообразец	Число бобов на 1 раст., шт.	Число семян на 1 раст., шт.	Масса семян с 1 раст., г	Масса 1000 семян, г
Дега, st.	5,9	22,4	4,6	203
Деснянский 2	5,4	20,4	4,4	216
Алый парус	5,6	23,4	4,9	209
СН 1677-10	5,3	21,1	4,4	206
СН 8-12	6,4	26,5	5,9	222
СН 23-12	6,7	25,7	5,3	206
СН 24-12	7,4	27,6	5,1	185
СН51-11	5,5	21,9	5,5	249
СН 206-07	5,8	24,0	4,9	202
СН 65-08	7,0	28,8	6,4	220
СН 69-08	6,3	25,2	5,2	204
СН 1022-09	5,9	22,4	4,3	192
СН 51-08	6,9	28,7	5,9	206
СН 1397-10	6,1	26,8	6,2	231
СН 6-11	6,3	25,9	6,2	239
СН 983-09	6,0	24,0	5,7	236
СН 990-09	7,0	28,0	6,5	230
и.о. Дега	6,6	25,9	5,7	218
СН 816-09	6,5	25,1	5,2	205
СН 40-12	5,9	23,5	5,4	230
СН 1014-09	5,6	20,8	4,4	209

У люпина белого максимальное число семян обеспечили сортообразцы СН 990-09 – 28,0 шт., СН 51-08 – 28,7 шт., СН 65-08 – 28,8 шт., что превышает стандарт на 5,6-6,4 шт. У остальных сортов и сортообразцов этот показатель варьировал в пределах от 20,4 до 27,6 шт.

Масса семян с одного растения люпина белого изменялась в пределах от 4,3 до 6,5 г в зависимости от сорта и сортообразца. Наибольшей массой тысячи семян отличались сортообразцы люпина белого СН 983-09 – 236 г, СН 6-11 – 239 г, СН 51-11 – 249 г, что в 1,2 раза больше по сравнению со стандартом.

Таким образом, варьирование элементов структуры продуктивности люпина связано со складывающимися погодными условиями, а также видовыми и сортовыми особенностями культуры. Наилучшие показатели отдельных элементов структуры урожая (число бобов и семян на растении, масса семян с растения и масса тысячи семян), выявленные у сортов и коллекционных образцов люпина, указывают на лучшую их приспособленность к местным почвенно-климатическим условиям и обосновывают их более высокую урожайность.

4.5. Адаптивность сортов и сортообразцов люпина

В полевых исследованиях нами была также проведена оценка изучаемых сортов и сортообразцов кормового люпина по показателю адаптивности к условиям Белгородской области. Адаптивность как способность сохранять жизнеспособность и формировать семена в условиях, отличных от оптимальных, – важное физиологическое свойство растений. Она проявляется через адаптивные признаки и приспособительные функции, способствующие приспособлению организмов к определенным условиям среды, формирующихся в процессе адаптиогенеза. Под адаптивным потенциалом понимают способность растений к выживанию, воспроизведению и саморазвитию в постоянно изменяющихся условиях внешней среды.

Потенциальная урожайность растений люпина может быть реализована лишь при высокой устойчивости к действию абиотических и биотических стрессов. Поэтому для максимальной реализации генетического потенциала культуры важнее значение имеет адресная адаптация сортов к конкретным агроэкологическим условиям.

При анализе адаптивного потенциала испытываемых в условиях Белгородской области сортов и сортообразцов кормового люпина была использована методика Мироновского НИИ селекции пшеницы, в основу которой положено доминирование видовых и сортовых реакций адаптации растений над специфическими особенностями их морфогенеза. На складывающиеся факторы внешней среды изучаемые сорта и сортообразцы люпина реагируют одновременно как одновидовая система. Критерием нормы служит общая адаптивная реакция культуры на конкретные условия возделывания, реализованная в средней по всем сортам урожайности года. Общую адаптивную реакцию культуры определяют путём суммирования урожайности отдельных сортов с последующим делением на их количество. Этот показатель в каждом году принимается за 100%, а урожайность испытываемых сортов выражается по отношению к нему в процентах. По полученному показателю можно судить об адаптивности сортов. Если в неблагоприятные для возделывания люпина годы отношение двух рассчитанных показателей превышает 100%, такой сорт относится к потенциально адаптивным [50].

В засушливых условиях вегетации в годы проведения исследований наибольший коэффициент адаптивности у люпина узколистного обеспечил сортообразец ВНИИЛ 13-13 – 1,58, что в 2,08 раза выше, чем у стандартного сорта Кристалл. Высокий коэффициент адаптивности был также получен у сортов Витязь – 1,06, Радужный – 1,09, Смена – 1,22, Белозерный 110 – 1,29 и сортообразцов Брянский 9-10 – 1,01, ФЛУ 33-12 – 1,05, Кормовой 77-11 – 1,17, СН 140-10 – 1,20, Узколистный 32-12 – 1,28, тогда как у стандартного сорта всего лишь 0,76.

У остальных сортов и сортообразцов люпина узколистного коэффициент адаптивности был ниже 1,00 и колебался от 0,38 до 0,96, что говорит об их низкой потенциальной адаптивности к засушливым погодным условиям вегетации (таблица 27).

Таблица 27. Коэффициент адаптивности сортов и сортообразцов люпина узколистного

Сорт, сортообразец	Коэффициент адаптивности		
	2014 год	2015 год	в среднем за 2014-2015 гг.
Кристалл, st.	0,78	0,74	0,76
Витязь	1,00	1,11	1,06
Радужный	1,11	1,07	1,09
Смена	1,29	1,15	1,22
Белозерный 110	1,32	1,26	1,29
Брянский 9-10	1,01	1,01	1,01
ФЛУ-65-08	0,82	0,86	0,84
СН 78-07	0,95	0,97	0,96
Кормовой 77-11	1,05	1,29	1,17
СН 140-10	1,19	1,21	1,20
ВНИИЛ 13-13	1,71	1,44	1,58
Брянский 14-12	0,95	0,80	0,88
Брянский 15	0,82	0,89	0,86
Узколистный 32-12	1,31	1,24	1,28
ФЛУ 33-12	0,96	1,14	1,05
Брянский 35-12	0,99	0,82	0,91
СН 33-05	0,61	0,50	0,56
Высокорослый 37-12	0,84	0,76	0,80
СН 30-10	0,45	0,30	0,38
СН 63-12	0,75	0,65	0,70

У люпина белого в засушливых условиях вегетации в среднем за годы исследований наибольший коэффициент адаптивности был отмечен у сортообразцов СН 51-08 – 1,10, СН 8-12 – 1,11, СН 6-11 – 1,16, СН 1397-10 – 1,17, СН 65-08 – 1,17, СН 990-09 – 1,20, тогда как у стандартного сорта Дега всего лишь 0,84.

Довольно высокий коэффициент адаптивности также обеспечили сортообразцы СН 40-12, СН 983-09, и.о. Дега, который варьировал от 1,02 до 1,08. Коэффициент адаптивности, равный 1,00, был отмечен у сортообразцов СН 69-08, СН 23-12, СН 51-11. У остальных сортов и сортообразцов люпина белого коэффициент адаптивности был ниже единицы и колебался от 0,81 до 0,97 (таблица 28).

Таблица 28. Коэффициент адаптивности сортов и сортообразцов люпина белого

Сорт, сортообразец	Коэффициент адаптивности		
	2014 год	2015 год	в среднем за 2014-2015 гг.
Дега, st.	0,87	0,81	0,84
Деснянский 2	0,85	0,87	0,86
Алый парус	0,91	0,94	0,93
СН 1677-10	0,79	0,84	0,82
СН 8-12	1,13	1,08	1,11
СН 23-12	0,99	1,01	1,00
СН 24-12	0,98	0,96	0,97
СН 51-11	1,01	0,99	1,00
СН 206-07	0,95	0,90	0,93
СН 65-08	1,20	1,14	1,17
СН 69-08	0,96	1,04	1,00
СН 1022-09	0,83	0,78	0,81
СН 51-08	1,08	1,11	1,10
СН 1397-10	1,20	1,13	1,17
СН 6-11	1,17	1,15	1,16
СН 983-09	1,04	1,11	1,08
СН 990-09	1,22	1,18	1,20
и.о. Дега	1,06	1,10	1,08
СН 816-09	0,98	0,96	0,97
СН 40-12	0,97	1,06	1,02
СН 1014-09	0,82	0,82	0,82

Таким образом, у люпина узколистного потенциально адаптивными оказались сорта Витязь, Радужный, Смена, Белозерный 110 и сортообразцы Брянский 9-10, ФЛУ 33-12, Кормовой 77-11, СН 140-10, Узколистный 32-12, ВНИИЛ 13-13. У люпина белого по адаптивности выделились сортообразцы

СН 51-08, СН 8-12, СН 6-11, СН 1397-10, СН 65-08, СН 990-09, СН 40-12, СН 983-09, и.о. Дега, которые характеризовались коэффициентом адаптивности выше 1,00.

4.6. Засухоустойчивость сортов и сортообразцов люпина

По данным мониторинга климата в Российской Федерации в последние годы значительно усилилась тенденция к потеплению, в связи с чем существенно изменяются агроклиматические условия возделывания сельскохозяйственных культур. С одной стороны, улучшается теплообеспеченность и увеличивается продолжительность вегетационного периода, а с другой стороны, потепление климата сопровождается ростом засушливости. В этих условиях вопросы засухоустойчивости отдельных видов и сортов сельскохозяйственных культур приобретают первостепенное значение.

Люпин по своей биологии относится к влаголюбивым культурам, поэтому в засушливых условиях вегетационного периода часто страдает от недостатка влаги, особенно на ранних этапах развития, когда корневая система еще слабо развита. При засухе снижаются урожайность и товарные качества семян люпина, в 1,5-2,0 раза увеличивается их алкалоидность. К сожалению, засуха в нашем регионе довольно частое явление, приводящее к снижению урожайности многих сельскохозяйственных культур, в том числе и люпина. Наибольший вред засуха наносит растениям люпина в критические по влагообеспеченности периоды – прорастание семян и формирование генеративных органов. Одним из основных способов борьбы с засухой является возделывание наиболее засухоустойчивых сортов.

Под засухоустойчивостью следует понимать способность растений нормально развиваться при относительно минимальном количестве почвенной и воздушной влажности. Одни сорта сравнительно хорошо переносят засуху, другие менее приспособлены для таких условий и при недостатке влаги резко снижают урожай. В связи с этим большую практическую ценность

представляет определение засухоустойчивости исследуемых сортов и сортообразцов люпина.

Способность растений люпина на ранних этапах развития использовать влагу в условиях недостаточного водоснабжения и повышенной концентрации почвенных растворов является одним из важных биологических и хозяйственно ценных признаков, имеющих решающее значение для всей дальнейшей жизнедеятельности растений.

В наших лабораторных опытах относительную засухоустойчивость люпина определяли по методическим указаниям ВИР. Метод относится к наиболее простым косвенным методам для оценки засухоустойчивости и основан на определении процента прорастания семян на растворе осмотика, имитирующего недостаток влаги. Способность семян прорасти в этих условиях отражает наличие высокой сосущей силы, обеспечивающей быстрое поглощение нужного количества воды [25]. Опыт проводили в четырехкратной повторности. Раствор сахарозы – 10,8%. В контрольном варианте использовали дистиллированную воду. Проращивание семян проводили в растильнях, в сушильном шкафу, в темноте при температуре + 21 °С. Всхожесть семян учитывали на пятые сутки (в процентах от контроля). Анализ всхожести семян на растворе сахарозы показывает, что чем устойчивее сорт к засухе в начале вегетации, тем выше процент проросших семян.

Оценку относительной засухоустойчивости сортов и сортообразцов люпина проводили по шкале: I группа – высокая степень засухоустойчивости (80-100% проросших семян на растворе сахарозы по отношению к контролю); II группа – устойчивость выше среднего уровня (60-80%); III группа – средняя степень устойчивости (40-60%); IV группа – слабая степень устойчивости (20-40%); V группа – неустойчивые к засухе образцы (0-20%).

Высокий процент проросших семян на растворе осмотика отражает способность сорта использовать скудные запасы влаги в почве, что говорит о его устойчивости к засухе в начальные стадии развития. Определение относительной засухоустойчивости на ранних этапах развития сортов и коллек-

ционных сортообразцов кормового люпина позволило выявить значительную видовую и сортовую изменчивость данного признака.

У люпина узколистного по засухоустойчивости 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 %.

Среднюю степень засухоустойчивости – от 43,9 до 54,5% проявили сорта Витязь, Смена, Белозерный 110 и сортообразцы СН 63-12, СН 140-10, ФЛУ 65-08, Высокослый 37-12, Брянский 9-10. У сорта Кристалл и сортообразцов Брянский 14-12, СН 30-10, СН 33-05, Кормовой 77-11 была отмечена слабая степень засухоустойчивости – 30,2-35,3% (таблица 29).

Таблица 29. Засухоустойчивость сортов и сортообразцов люпина узколистного

Сорт, сортообразец	Засухоустойчивость, %			Группа устойчивости к засухе
	2014 год	2015 год	средняя	
Кристалл, st.	34,0	33,8	33,9	IV
Витязь	47,4	45,1	46,3	III
Радужный	68,1	65,2	66,7	II
Смена	54,2	46,3	50,3	III
Белозерный 110	46,8	43,6	45,2	III
Брянский 9-10	56,5	47,9	52,2	III
ФЛУ-65-08	55,6	53,4	54,5	III
СН 78-07	67,9	66,3	67,1	II
Кормовой 77-11	36,0	33,9	35,0	IV
СН 140-10	45,7	42,0	43,9	III
ВНИИЛ 13-13	79,4	70,6	75,0	II
Брянский 14-12	29,7	30,6	30,2	IV
Брянский 15	77,0	71,0	74,0	II
Узколистный 32-12	66,3	60,4	63,4	II
ФЛУ 33-12	75,2	68,4	71,8	II
Брянский 35-12	70,3	67,1	68,7	II
СН 33-05	36,6	34,0	35,3	IV
Высокослый 37-12	55,7	52,0	53,9	III
СН 30-10	38,0	32,4	35,2	IV
СН 63-12	44,3	45,6	45,0	III

Среди изучаемых сортов и сортообразцов люпина белого по засухоустойчивости выделились два перспективных 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%.

Устойчивость к засухе выше среднего уровня была отмечена у сортообразцов СН 51-08, СН 206-07, СН 65-08, СН 6-11, которая варьировала от 69,2 до 75,2%. Среднюю степень засухоустойчивости проявил сорт Алый парус – 59,2%, а также сортообразцы СН 816-09 – 41,9%, СН 24-12 – 48,2%, СН 69-08 – 52,9%. Остальные коллекционные сортообразцы характеризовались слабой засухоустойчивостью (таблица 30).

Таблица 30. Засухоустойчивость сортов и сортообразцов люпина белого

Сорт, сортообразец	Засухоустойчивость, %			Группа устойчивости к засухе
	2014 год	2015 год	средняя	
Дега, st.	88,7	84,7	86,7	I
Деснянский 2	85,8	81,9	83,9	I
Алый парус	59,9	58,4	59,2	III
СН 1677-10	32,1	33,8	33,0	IV
СН 8-12	91,2	89,9	90,6	I
СН 23-12	37,4	34,8	36,1	IV
СН 24-12	50,9	45,5	48,2	III
СН 51-11	33,8	31,1	32,5	IV
СН 206-07	71,8	66,5	69,2	II
СН 65-08	74,6	69,5	72,1	II
СН 69-08	53,0	52,8	52,9	III
СН 1022-09	29,5	27,8	28,7	IV
СН 51-08	71,7	70,9	71,3	II
СН 1397-10	92,5	86,8	89,7	I
СН 6-11	76,6	73,7	75,2	II
СН 983-09	41,0	36,8	38,9	IV
СН 990-09	90,2	87,6	88,9	I
и.о. Дега	86,1	83,0	84,6	I
СН 816-09	43,8	40,0	41,9	III
СН 40-12	34,6	32,1	33,4	IV
СН 1014-09	38,2	37,8	38,0	IV

В засушливых погодных условиях засухоустойчивость сортов и сортообразцов люпина имеет исключительно важное значение для формирования

высокой семенной продуктивности растений. Наши лабораторные исследования и анализ экспериментальных данных позволили выделить для включения в селекционные программы в качестве исходного материала на засухоустойчивость у люпина узколистного сорта Брянский 15, Радужный и сортообразцы Узколистный 32-12, СН 78-07, Брянский 35-12, ФЛУ 33-12, ВНИИЛ 13-13,а у люпина белого – сорта Дега, Деснянский 2 и сортообразцы СН 1397-10, СН 8-12, СН 990-09, и.о. Дега, СН 6-11, СН 65-08, СН 206-07, СН 51-08, которые имеют высокую и выше среднего уровня устойчивость к засухе.

4.7. Качество семян сортов и сортообразцов люпина

В кормлении сельскохозяйственных животных большое значение имеет не только количество, но и качество кормов. Люпин – это ценная кормовая культура. Важными показателями качества семян люпина являются содержание в них сырого протеина и жира, а также их сборы с урожаем.

Сырой протеин – это общее количество азотсодержащих веществ в семенах, включающих в себя собственно протеины (белки) и амиды. Протеин играет первостепенную роль в жизнедеятельности животного организма. Дефицит протеина в рационах животных приводит к снижению их продуктивности, воспроизводительных функций, ухудшению состояния здоровья, качества продукции, замедлению роста молодняка, увеличению затрат кормов на единицу продукции. Одним из основных способов успешного решения протеиновой проблемы является увеличение производства кормов с высоким содержанием протеина. Для выполнения этой задачи необходимо совершенствование структуры зернофуражных культур, и прежде всего путем увеличения доли зернобобовых, в том числе и люпина.

Сырой жир – совокупность в корме истинных жиров и жироподобных веществ. Значение сырого жира для животных огромно, так как он входит в качестве структурного материала в состав протоплазмы всех клеток, необходим для нормальной работы пищеварительных желез, является главным аккумулятором энергии в организме.

При возделывании люпина предпочтение должно отдаваться сортам, сочетающим высокую урожайность и оптимальные показатели качества семян. Проведенный биохимический анализ семян люпина показывает, что содержание в них сырого протеина и жира зависело от видовых, сортовых особенностей культуры и складывающихся погодных условий (приложение 49, 50, 51, 52).

Все изучаемые сорта и сортообразцы люпина отличались высоким содержанием легкоусвояемого белка. У люпина узколистного содержание сырого протеина варьировало по сортам и сортообразцам от 32,4 до 36,7% (таблица 31).

Таблица 31. Качество семян сортов и сортообразцов люпина узколистного (2014-2015 гг.)

Сорт, сортообразец	Содержание, %			Сбор с 1 м ² , г	
	протеина	жира	алкалоидов	протеина	жира
Кристалл, st.	35,4	3,7	0,095	66,2	6,9
Витязь	36,7	3,8	0,088	94,3	9,8
Радужный	36,0	4,0	0,110	96,1	10,7
Смена	35,4	3,8	0,087	106,2	11,4
Белозерный 110	35,6	3,6	0,080	112,9	11,4
Брянский 9-10	35,2	3,5	0,075	86,6	8,6
ФЛУ-65-08	36,1	3,9	0,057	74,0	8,0
СН 78-07	34,2	4,4	0,075	80,0	10,3
Кормовой 77-11	35,3	3,3	0,078	100,3	9,4
СН 140-10	35,7	3,7	0,048	104,6	10,8
ВНИИЛ 13-13	33,8	3,5	0,073	131,5	13,6
Брянский 14-12	35,5	3,4	0,065	76,7	7,3
Брянский 15	35,3	4,1	0,079	73,8	8,6
Узколистный 32-12	33,5	3,8	0,067	105,2	11,9
ФЛУ 33-12	32,4	3,7	0,063	82,3	9,4
Брянский 35-12	34,1	3,8	0,088	76,0	8,5
СН 33-05	34,8	3,5	0,088	47,7	4,8
Высокорослый 37-12	33,4	3,8	0,068	65,8	7,5
СН 30-10	33,8	3,5	0,087	31,8	3,3
СН 63-12	33,7	3,0	0,086	58,3	5,2

Наибольшее содержание сырого протеина в семенах люпина узколистного было отмечено у сортов Витязь – 36,7%, Радужный – 36,0% и сортооб-

разца ФЛУ-65-08 – 36,1%, тогда как у стандартного сорта Кристалл лишь 35,4%. Сорт Смена обеспечил содержание сырого протеина в семенах на уровне стандарта.

Высокое содержание протеина в семенах было отмечено также у сорта Белозерный 110 и сортообразцов СН 140-10, Брянский 14-12, которое варьировало от 35,5 до 35,7%. Сортообразцы ФЛУ 33-12, Высокорослый 37-12, Узколистный 32-12, СН 63-12, ВНИИЛ 13-13 СН 30-10 отличались наименьшим содержанием протеина, которое колебалось в пределах от 32,4 до 33,8%, что на 1,6-3,0% ниже по сравнению со стандартом.

Кормовую ценность семян люпина определяет также содержание в них сырого жира. В семенах люпина узколистного оно было небольшим и колебалось от 3,0 до 4,4 % в зависимости от сорта и сортообразца. Наибольшее содержание сырого жира было отмечено у сортов Радужный – 4,0%, Брянский 15 – 4,1% и сортообразцов ФЛУ-65-08 – 3,9%, СН 78-07 – 4,4%, тогда как у стандартного сорта Кристалл – 3,7%. Сорта Смена, Витязь и сортообразцы Высокорослый 37-12, Узколистный 32-12, Брянский 35-12 также отличались высоким содержанием жира в семенах, которое составило 3,8%. На уровне стандарта по содержанию жира оказались сортообразцы ФЛУ 33-12 и СН 140-10. У остальных сортов и сортообразцов содержание жира в семенах было еще меньше.

В семенах всех видов люпина содержатся алкалоиды, которые характеризуются сильным физиологическим действием. Использование в кормлении скота семян люпина с повышенным содержанием алкалоидов может приводить к отравлению животных. Поэтому очень важно, чтобы алкалоидность сортов не превышала предельно допустимых значений.

По содержанию алкалоидов в семенах сорт люпина узколистного Радужный относится к кормовым среднеалкалоидным. Все остальные сорта и сортообразцы люпина узколистного по алкалоидности входят в группу кормовых малоалкалоидных. Содержание алкалоидов в них колеблется от 0,048% (у сортообразца СН 140-10) до 0,095% (у сорта Кристалл).

Высокая урожайность семян люпина обеспечивает значительные сборы протеина и жира с единицы площади посева. Максимальным сбором протеина отличается сортообразец ВНИИЛ 13-13 – 131,5 г/м², что на 65,3 г/м² выше, чем у стандарта – сорта Кристалл.

Сорта Белозерный 110, Смена и сортообразцы Узколистный 32-12, СН 140-10, Кормовой 77-11 также характеризовались высокими сборами протеина, которые колебались в пределах 100,3-112,9 г/м², что на 34,1-46,7 г/м² больше по сравнению со стандартным сортом. Сорта Радужный, Витязь, Брянский 15 и сортообразцы Брянский 9-10, ФЛУ 33-12, СН 78-07, Брянский 14-12, Брянский 35-12, ФЛУ-65-08 по сбору протеина превысили стандарт на 7,6 - 29,9 г/м². Ниже, чем у стандартного сорта, сборы протеина были отмечены у сортообразцов СН 30-10 – 31,8 г/м², СН 33-05 – 47,7 г/м², СН 63-12 – 58,3 г/м², Высокослосый 37-12 – 65,8 г/м².

Аналогичные закономерности были выявлены и по сбору сырого жира с единицы посева. Наибольшие сборы жира у люпина узколистного обеспечили сорта Смена – 11,4 г/м², Белозерный 110 – 11,4 г/м² и сортообразцы Узколистный 32-12 – 13,9 г/м², ВНИИЛ 13-13 – 13,6 г/м², тогда как у стандартного сорта всего лишь 6,9 г/м². У сортообразцов СН 30-10, СН 33-05, СН 63-12 сбор жира составил соответственно 3,3 г/м², 4,8 г/м², 5,2 г/м², что на 3,6 г/м², 2,1 г/м², 1,7 г/м² ниже по сравнению со стандартным сортом. У остальных сортов и сортообразцов сборы жира превышали стандарт и варьировали от 7,3 до 10,8 г/м².

По содержанию сырого протеина и жира в сменах, а также по их сборам с урожаем сорта и сортообразцы люпина белого значительно превосходили люпин узколистный. Содержание протеина в семенах люпина белого находилось в пределах 33,5 - 39,1% в зависимости от сорта и сортообразца. У сортообразцов СН 51-08, СН 990-09, СН 816-09, СН 51-11, СН 983-09, СН 1022-09, СН 1014-09, СН1397-10 было отмечено наибольшее содержание сырого протеина в семенах, которое варьировало от 38,0 до 39,1%, что на 1,5-2,6% выше по сравнению со стандартом.

Сорта Деснянский 2, Алый парус и сортообразцы и.о. Дега, СН 6-11, СН 1677-10, СН 40-12, СН 206-07 также отличались высоким содержанием белка – 36,7 – 37,8%, тогда как у стандартного сорта Дега этот показатель составил 36,5%. Остальные сортообразцы характеризовались меньшим содержанием протеина по сравнению со стандартом.

Наибольшим содержанием жира в семенах люпина белого характеризовались сорта Деснянский 2 – 9,1%, Алый парус – 9,2% и сортообразцы СН 1677-10 – 9,0%, СН 69-08 – 9,2%, тогда как у стандарта всего лишь 8,3%. Сортообразцы СН 1014-09, СН 40-12, СН 65-08, СН 24-12, СН 816-09, СН 1022-09 по содержанию жира превысили стандарт на 0,1 - 0,6 %. На уровне стандарта оказались сортообразцы СН 8-12, СН 206-07, СН 1397-10. У остальных сортообразцов содержание жира было ниже по сравнению со стандартом (таблица 32).

Таблица 32. Качество семян сортов и сортообразцов люпина белого (2014-2015 гг.)

Сорт, сортообразец	Содержание, %			Сбор с 1 м ² , г	
	протеина	жира	алкалоидов	протеина	жира
Дега, st.	36,5	8,3	0,097	127,4	29,0
Деснянский 2	36,7	9,1	0,118	129,9	32,2
Алый парус	37,0	9,2	0,102	141,0	35,1
СН 1677-10	37,6	9,0	0,077	126,3	30,2
СН 8-12	35,9	8,3	0,069	164,4	38,0
СН 23-12	36,2	7,8	0,082	149,1	32,1
СН 24-12	35,0	8,5	0,077	141,4	34,3
СН51-11	38,8	8,2	0,081	161,8	34,2
СН 206-07	37,8	8,3	0,087	144,8	31,8
СН 65-08	36,2	8,7	0,080	176,3	42,4
СН 69-08	33,5	9,2	0,074	138,4	38,0
СН 1022-09	38,9	8,4	0,091	129,9	28,1
СН 51-08	38,0	8,0	0,070	172,5	36,3
СН 1397-10	39,1	8,3	0,075	188,9	40,1
СН 6-11	37,2	8,2	0,167	179,3	39,5
СН 983-09	38,8	8,1	0,076	172,3	36,0
СН 990-09	38,2	8,0	0,113	189,5	39,7
и.о. Дега	37,1	8,0	0,115	165,8	35,8
СН 816-09	38,7	8,4	0,101	155,2	33,7
СН 40-12	37,6	8,8	0,141	157,5	36,9
СН 1014-09	38,9	8,9	0,110	132,6	30,3

По алкалоидности сорта люпина белого Алы́й парус, Деснянский 2 и сортообразцы СН 6-11, СН 40-12, и.о. Дега, СН 990-09, СН 1014-09, СН 816-09 относятся к кормовым среднеалкалоидным с содержанием алкалоидов в семенах от 0,101 до 0,167%. Остальные сорта и сортообразцы относятся к группе кормовых малоалкалоидных с содержанием алкалоидов в семенах от 0,069 до 0,097%.

Высокое содержание сырого протеина и жира в семенах люпина белого обеспечило их значительные сборы с урожаем. Наибольшие сборы протеина обеспечили сортообразцы СН 983-09 – 172,3 г/м², СН 51-08 – 172,5 г/м², СН 65-08 – 176,3 г/м², СН 6-11 – 179,3 г/м², СН 1397-10 – 188,9 г/м², СН 990-09 – 189,5 г/м², что на 44,9 - 62,1 г/м² превышает стандарт. Ниже, чем у стандартного сорта, сборы протеина с единицы площади были отмечены только у сортообразца СН 1677-10 – 126,3 г/м².

Наибольшие сборы сырого жира – от 38,0 до 42,4 г/м² были отмечены у сортообразцов люпина белого СН 69-08, СН 8-12, СН 6-11, СН 990-09, СН 1397-10, СН 65-08, что на 9,0-13,4 г/м² выше по сравнению со стандартом. Сорт люпина белого Алы́й парус и сортообразцы СН 983-09, и.о. Дега, СН 51-08, СН 40-12 также обеспечили высокие сборы сырого жира с единицы площади, которые варьировала от 35,1 до 36,9 г/м², что превысило стандарт на 6,1-7,9 г/м². Из всех сортов и коллекционных образцов люпина белого только сортообразец СН 1022-09 характеризовался меньшим сбором сырого жира по сравнению со стандартным сортом.

4.8. Биоэнергетическая эффективность возделывания сортов и сортообразцов люпина

Применяемые в настоящее время методы оценки эффективности возделывания сельскохозяйственных культур по экономическим показателям не всегда объективны, так как имеют существенные колебания, определяемые политикой ценообразования. Одним из показателей, позволяющих более до-

стоверно определить затраты на производство сельскохозяйственной продукции и не зависящих от конъюнктуры рынка, является энергоемкость – затраты материально-энергетических ресурсов на единицу производимой продукции растениеводства. За основной критерий энергетической эффективности возделывания новых сортов сельскохозяйственных культур принимают отношение полученных результатов к производственным затратам энергии.

Сельское хозяйство – единственная производственная отрасль, обеспечивающая преобразование солнечной радиации в энергию органического вещества. Однако не вся она используется человеком, поэтому важно определить ее содержание в хозяйственно ценной части урожая.

Накопленную в урожае энергию определяют путем перемножения урожайности сельскохозяйственной культуры на биохимическую энергию единицы продукции стандартной влажности. Результаты расчета сопоставляются с затратами совокупной энергии на получение урожая, определяемые суммированием всех статей энергетических затрат, последовательно расходованных при возделывании культуры.

Чистый энергетический доход определяют как разницу между выходом обменной энергии с урожаем и совокупными энергетическими затратами на возделывание культуры. Коэффициент энергетической эффективности – отношение чистого энергетического дохода к энергетическим затратам. Биоэнергетический коэффициент посева – отношение полученной с урожаем энергии к затраченной при возделывании культуры.

В наших полевых опытах максимальные показатели биоэнергетической эффективности обеспечил сортообразец люпина узколистного ВНИИЛ 13-13, у которого выход обменной энергии составил $5,64 \text{ МДж/м}^2$, чистый энергетический доход – $3,54 \text{ МДж/м}^2$, а биоэнергетический коэффициент посева – 2,69, что значительно выше по сравнению со стандартным сортом.

Высокая биоэнергетическая эффективность была также отмечена у сортов Смена, Белозерный 110 и сортообразцов СН 140-10, Узколистный 32-12, у которых выход обменной энергии варьировал от $4,25$ до $4,60 \text{ МДж/м}^2$,

чистый энергетический доход – от 2,15 до 2,50 МДж/м² и биоэнергетический коэффициент посева – от 2,02 до 2,19, что также выше, чем у стандарта (таблица 33).

Таблица 33. Биоэнергетическая эффективность возделывания сортов и сортообразцов люпина узколистного (2014-2015 гг.)

Сорт, сортообразец	Выход обменной энергии, МДж/м ²	Затраты совокупной энергии, МДж/м ²	Чистый энергетический доход, МДж/м ²	Коэффициент энергетической эффективности	Биоэнергетический коэффициент посева
Кристалл, st.	2,71	2,10	0,61	0,29	1,29
Витязь	3,73	2,10	1,63	0,78	1,78
Радужный	3,87	2,10	1,77	0,84	1,84
Смена	4,35	2,10	2,25	1,07	2,07
Белозерный 110	4,60	2,10	2,50	1,19	2,19
Брянский 9-10	3,57	2,10	1,47	0,70	1,70
ФЛУ-65-08	2,97	2,10	0,87	0,41	1,41
СН 78-07	3,39	2,10	1,29	0,61	1,61
Кормовой 77-11	4,12	2,10	2,02	0,96	1,96
СН 140-10	4,25	2,10	2,15	1,02	2,02
ВНИИЛ 13-13	5,64	2,10	3,54	1,69	2,69
Брянский 14-12	3,13	2,10	1,03	0,49	1,49
Брянский 15	3,03	2,10	0,93	0,44	1,44
Узколистный 32-12	4,55	2,10	2,45	1,17	2,17
ФЛУ 33-12	3,68	2,10	1,58	0,75	1,75
Брянский 35-12	3,23	2,10	1,13	0,54	1,54
СН 33-05	2,29	2,10	0,19	0,09	1,09
Высокорослый 37-12	2,86	2,10	0,76	0,36	1,36
СН 30-10	2,18	2,10	0,08	0,04	1,04
СН 63-12	2,51	2,10	0,41	0,20	1,20

Энергетически наименее эффективным оказалось возделывание сортообразцов люпина узколистного СН 33-05 и СН 30-10, у которых биоэнергетический коэффициент посева составил соответственно 1,09 и 1,04.

У сортов и сортообразцов люпина белого показатели биоэнергетической эффективности были значительно выше, чем у люпина узколистного. Наивысшая биоэнергетическая эффективность была отмечена у сортообраз-

цов люпина белого СН 8-12, СН 51-08, СН 6-11, СН 1397-10, СН 65-08, СН 990-09, у которых выход обменной энергии колебался от 6,58 до 7,19 МДж/м², чистый энергетический доход – от 4,41 до 5,02 МДж/м², а биоэнергетический коэффициент посева – от 3,03 до 3,31. Несколько ниже выход обменной энергии, чистый энергетический доход и биоэнергетический коэффициент посева были отмечены у сорта Алый парус и сортообразцов СН 206-07, СН 69-08, СН 40-12, СН 816-09, СН 24-12, СН 51-11, СН 23-12, СН 983-09, и.о. Дега, у которых данные показатели варьировали соответственно от 5,52 до 6,48 МДж/м², от 3,35 до 4,31 МДж/м², от 2,54 до 2,99 (таблица 34).

Таблица 34. Биоэнергетическая эффективность возделывания сортов и сортообразцов люпина белого (2014-2015 гг.)

Сорт, сортообразец	Выход обменной энергии, МДж/м ²	Затраты совокупной энергии, МДж/м ²	Чистый энергетический доход, МДж/м ²	Коэффициент энергетической эффективности	Биоэнергетический коэффициент посева
Дега, st.	5,06	2,17	2,89	1,33	2,33
Деснянский 2	5,13	2,17	2,96	1,36	2,36
Алый парус	5,52	2,17	3,35	1,54	2,54
СН 1677-10	4,87	2,17	2,70	1,24	2,24
СН 8-12	6,64	2,17	4,47	2,06	3,06
СН 23-12	5,97	2,17	3,80	1,75	2,75
СН 24-12	5,85	2,17	3,68	1,70	2,70
СН 51-11	6,04	2,17	3,87	1,78	2,78
СН 206-07	5,55	2,17	3,38	1,56	2,56
СН 65-08	7,06	2,17	4,89	2,25	3,25
СН 69-08	5,99	2,17	3,82	1,76	2,76
СН 1022-09	4,84	2,17	2,67	1,23	2,23
СН 51-08	6,58	2,17	4,41	2,03	3,03
СН 1397-10	7,00	2,17	4,83	2,23	3,23
СН 6-11	6,99	2,17	4,82	2,22	3,22
СН 983-09	6,44	2,17	4,27	1,97	2,97
СН 990-09	7,19	2,17	5,02	2,31	3,31
и.о. Дега	6,48	2,17	4,31	1,99	2,99
СН 816-09	5,81	2,17	3,64	1,68	2,68
СН 40-12	6,08	2,17	3,91	1,80	2,80
СН 1014-09	4,94	2,17	2,77	1,28	2,28

Для повышения эффективности возделывания люпина необходимо стремиться к увеличению биоэнергетического коэффициента посева, который в значительной мере зависит от количества накопленной энергии в хозяйственно полезной части урожая. Поэтому чем выше урожайность и выход обменной энергии при одинаковых энергетических затратах на производство продукции, тем эффективней возделывание данного сорта.

В засушливых условиях области рекомендуется возделывать сорта люпина узколистного: Смена, Белозерный 110 и сортообразцы ВНИИЛ 13-13, СН 140-10, Узколистный 32-12, а люпина белого – сорт Алый парус и сортообразцы СН 8-12, СН 51-08, СН 6-11, СН 1397-10, СН 65-08, СН 990-09, которые обеспечивают получение более высоких показателей биоэнергетической эффективности.

Таким образом, энергетический подход к выявлению наиболее эффективных сортов и сортообразцов люпина показывает, что при их возделывании на единицу произведённой продукции затрачивается в несколько раз меньше энергии, чем возвращается с урожаем.

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 ($N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-2, $N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-3), а также при внесении фосфорно-калийного ($P_{60}K_{60}$), полного минерального удобрения ($N_{60}P_{60}K_{60}$), что превышало контроль и другие варианты с применением удобрений.

2. Комплексное использование макро- и микроудобрений, а также внесение фосфорно-калийного и полного минерального удобрения способствовали наибольшему увеличению площади ассимиляционной поверхности растений люпина и фотосинтетического потенциала посева. Так, в фазе образования бобов на вариантах $P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-2 и $N_{60}P_{60}K_{60}$ + 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 корневой системы растений люпина. Максимальное число и масса активных клубеньков в фазе образования бобов отмечено при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 24,5 шт. и 50,9 мг, $P_{60}K_{60}$ – 23,7 шт. и 50,5 мг, $N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-2 – 25,8 шт. и 52,3 мг, $N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-3 – 25,1 шт. и 51,7 мг, что значительно больше, чем на контроле и других вариантах опыта.

4. Комплексное применение макро- и микроудобрений ($N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-2, $N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-3) на черноземе типичном в засушливых условиях позволяет 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 ($P_{60}K_{60}$) и полным минеральным удобрением ($N_{60}P_{60}K_{60}$) 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 люпина было получено при внесении минеральных удобрений K_{60} , P_{60} и $N_{60}P_{60}K_{60}$ + ЖУСС-2, которое варьировало от 41,3 до 42,2%, 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 (K_{60}) и фосфорно-калийных удобрений ($P_{60}K_{60}$) 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 (K_{60}) – 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 микрополевым опыте в результате агробиологической оценки сортов и сортообразцов кормового 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 Уз-

колистный 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. 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. 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.

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, СН 1397-10, 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 ($N_{60}P_{60}K_{60}$) в комплексе с внекорневой 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 современные адаптивные и высокопродуктивные сорта люпина узколистного – Смена, Белозерный 110 и белого – Дега, Деснянский 2, Алый парус.

2. В качестве источников ценных признаков для селекции кормового люпина 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 ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агеева, П. А. Создание сортов люпина узколистного с новыми хозяйственно ценными признаками [Текст] / П. А. Агеева // Тезисы докладов конференции «Биологический и экономический потенциал люпина и пути его реализации». – Брянск, 1997. – С. 16-18.
2. Агрохимия на службе урожая: выставке-демонстрации «День Российского поля – 2008» посвящается / Н. И. Корнейко, К. И. Бородаева, М. С. Гончарова [и др.]: Под общ. ред. П. М. Авраменко. – Белгород: ООО «ГиК», 2008. – 92 с.
3. Алабушев, А. В. Сорт как фактор инновационного развития зернового производства [Текст] / А. В. Алабушев // Зерновое хозяйство России. – 2011. – № 3. – С. 7-15.
4. Александрова, Л. Н. Гумусовый режим пахотных дерново-подзолистых почв и пути его регулирования [Текст] / Л. Н. Александрова // Сб. науч. тр. – Пушкин, 1977. – С. 3-15.
5. Алексеев, Е. К. Зеленое удобрение в СССР [Текст] / Е. К. Алексеев. – М.: Сельхозгиз, 1948. – 297 с.
6. Алексеев, Е. К. Однолетние кормовые люпины [Текст] / Е. К. Алексеев. – М.: Колос, 1968. – 263 с.
7. Амелина, С. Е. Продуктивность и качество урожая нетрадиционных культур в зависимости от условий минерального питания [Текст] / С. Е. Амелина. – Пущино, 1998. – 35 с.
8. Андреева, Н. М. Использование люпином труднодоступных форм калия [Текст] / Н. М. Андреева // Приемы повышения плодородия дерново-подзолистых почв: сб. науч. тр. БелНИИЗ. – Минск: Ураджай, 1965. – С. 176-182.
9. Анспок, П. И. Микроудобрения [Текст] / П. И. Анспок. – Л.: Агропромиздат, 1990. – 272 с.

10. Артюхов, А. И. Рекомендации по практическому применению кормов из узколистного люпина в рационах сельскохозяйственных животных: научно-практические рекомендации [Текст] / А. И. Артюхов, Е. А. Ефименко, Ф. Г. Кадыров, Т.В. Яговенко, П. А. Агеева. – Брянск, 2008. – 65 с.
11. Ахтырцев, Б. П. Почвенный покров Белгородской области: структура, районирование и рациональное использование [Текст] / Б. П. Ахтырцев, В. Д. Соловиченко. – Воронеж: ВГУ, 1984. – 268 с.
12. Бадина, Г. В. Возделывание бобовых культур и погода [Текст] / Г. В. Бадина. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 128с.
13. Базаров, Е. И. Методика биоэнергетической оценки технологии производства продукции растениеводства [Текст] / Е. И. Базаров, Е. В. Глинка, А. А. Мамонтова [и др.]. – М.: ВАСХНИЛ, 1983. – 44 с.
14. Барбацкий, И.Л. Люпин [Текст] / И.Л. Барбацкий. – М.: Колос, 1959. – 260 с.
15. Беляк, В. Б. Биологизация сельскохозяйственного производства (теория и практика): монография [Текст] / В. Б. Беляк. – Пенза: ИПК «Пензенская правда», 2008. – 320 с.
16. Бернацкая, М. Л. Стратегия и результаты скрининга коллекции ВИР люпина желтого по показателям качества [Текст] / М. Л. Бернацкая // Тезисы докладов межрегиональной научно-практической конференции «Биологический и экономический потенциал люпина и пути его реализации». – Брянск, 1997. – С. 31-35.
17. Бернацкая, М. Л. Физиолого-биологические и генетические аспекты селекции гороха и люпина на качество: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук [Текст] / М. Л. Бернацкая. – М., 1996. – 54 с.
18. Бородин, П. В. Значение микроэлементов в повышении урожайности и питательной ценности люпина жёлтого кормового [Текст] / П. В. Бородин // Наука – производству. – Гродно, 2001. – С. 360-362.

19. Бузмаков, В. В. Кормовой люпин в Нечерноземной зоне [Текст] / В. В. Бузмаков. – М.: Россельхозиздат, 1977. – 93 с.
20. Бузмаков, В.В. Севообороты с культурой люпина на песчаных почвах Центральных районов Нечернозёмной зоны РСФСР: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук [Текст] / В. В. Бузмаков. – Омск, 1985. – 31 с.
21. Булыгин, С. Ю. Микроэлементы в сельском хозяйстве [Текст] / С. Ю. Булыгин, Л. Ф. Демишев, В. А. Доронин, А. С. Заришняк [и др.]. – Днепропетровськ: Січ, 2007. – С. 100.
22. Буриханов, М. С. Нитрат и нитритредуктаза бактериоидов: автореф. дис. ... канд. биол. наук [Текст] / М. С. Буриханов. – М., 1981. – 23 с.
23. Вавилов, П. П. Бобовые культуры и проблема растительного белка [Текст] / П.П. Вавилов, Г. С. Посыпанов. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 256 с.
24. Васютин, А. С. Зернобобовые культуры – основной источник растительного белка [Текст] / А. С. Васютин // Кормопроизводство. – 1996. – № 4. – С. 26.
25. Волкова, А. М. Определение относительной жаростойкости и засухоустойчивости образцов зернобобовых культур способом проращивания семян в растворе сахарозы и после прогревания: методические указания [Текст] / А. М. Волкова, Н. Н. Кожушко, Б. И. Макаров. – Л., 1984. – 17 с.
26. Гайсин, И. А. Хелатные микроудобрения (препараты ЖУСС) на посевах яровой пшеницы [Текст] / И. А. Гайсин, М. Г. Муртазин // Агротехнический вестник. – 2006. – № 4. – С. 2-4.
27. Гайсин, И. А. Микроудобрения в современной земледелии [Текст] / И. А. Гайсин, Р. Н. Сагитова, Р. Р. Хабибуллин // Агротехнический вестник. – 2010. – № 4. – С. 13-14.
28. Гатаулина, Г. Г. Особенности формирования урожая и фотосинтетическая деятельность видов и сортов люпина в условиях северной части Центрально – Черноземной зоны [Текст] / Г. Г. Гатаулина, М. С. Тришкин // Известия ТСХА. – 1993. – №2. – С. 61-75.

29. Гатаулина, Г. Г. Белый люпин – перспективная кормовая культура [Текст] / Г. Г. Гатаулина, Н. В. Медведева // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 10. – С. 49-51.
30. Гатаулина, Г. Г. Технология возделывания белого люпина [Текст] / Г. Г. Гатаулина, А. С. Цыгуткин, В. В. Навольнева. – Белгород: Белгородский НИИСХ, 2009. – 27 с.
31. География Белгородской области: учебное пособие / Г.Н. Григорьев, Н.А. Козырин, Л.Л. Новых, А.Ф. Колчанов [и др.]: Под ред. Г. Н. Григорьева. – Белгород: БГУ, 1996. – 144 с.
32. Головки, Э. А. Влияние ризоторфина и минерального азота на симбиотические свойства люпина жёлтого [Текст] / Э. А. Головки [и др.] // Физиология и биохимия культурных растений. – 1993. – Т. 25. – № 4. – С. 352.
33. Голодная, А. В. Продуктивность агроценоза люпина узколистного с овсом голозерным в условиях северной лесостепи Украины [Текст] / А. В. Голодная, В. Ю. Павленко // Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию Всероссийского научно-исследовательского института люпина «Люпин – его возможности и перспективы». – Брянск, 2012. – С. 201-205.
34. Гончаренко, А. А. Изучение адаптивного потенциала у сортов озимой ржи [Текст] / А. А. Гончаренко, С. А. Ермаков, Т. В. Семенова, С. И. Шадуро // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 1. – С. 24-28.
35. Гончаров, Ю. Л. Сравнительная продуктивность сортов желтого кормового люпина [Текст] / Ю. Л. Гончаров, А. С. Евдокименко // Пути повышения урожайности полевых культур: межвед. темат. сб. – Минск: Ураджай, 1988. – Т. 19. – С. 131-137.
36. Горбылёва, А. И. Итоги изучения эффективности способов внесения удобрений в севообороте [Текст] / А. И. Горбылева, Н. М. Горелько // Почвенные процессы и регулирование питания растений. – Минск: Ураджай, 1987. – С. 58-65.

37. Гужов, Ю. Л. Селекция и семеноводство культивируемых растений [Текст] / Ю. Л. Гужов, А. Фукс, П. Валичек. – М.: РУДН, 1999. – 539 с.
38. Гукова, М. М. Влияние фосфорно-калийных удобрений на урожай и азотонакопление однолетних люпинов [Текст] / М. М. Гукова // Люпин. – М.: Изд-во ТСХА, 1962. – С.31.
39. Гукова, М. М. Значение минерального азота в питании бобовых растений [Текст] / М. М. Гукова // Доклады ТСХА. – 1977. – Вып. 233. – С. 33.
40. Гуляев, Г. В. Селекция и семеноводство [Текст] / Г. В. Гуляев, А. П. Дубинин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 352 с.
41. Гуренев, М. Н. Люпин [Текст] / М. Н. Гуренев. – Ижевск, 1957. – 43 с.
42. Дебелый, Г. А. Резервы белка [Текст] / Г. А. Дебелый // Сельское хозяйство Нечерноземья. – 1987. – № 8. – С. 26-28.
43. Добрунов, Л. Г. Продуктивность фотосинтеза различных растений в связи с условиями возделывания [Текст] / Л. Г. Добрунов // Проблемы фотосинтеза.– М.: Академия наук СССР, 1959. – С. 17-21.
44. Довбан, К. И. Роль промежуточных культур в обогащении почв органическим веществом [Текст] / К. И. Довбан // Программа производства и повышения эффективности органических удобрений в СССР. – Минск, 1985. – С. 16.
45. Долгополова, Л. Н. Оценка коллекции гороха на засухоустойчивость [Текст] / Л. Н. Долгополова // Научно-технический бюллетень. –1987. – № 36. – С. 17-18.
46. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст] / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
47. Дубиковский, Г. П. Сравнительная эффективность способов применения микроудобрений на посевах люпина кормового [Текст] / Дубиковский Г. П., Бородин П. В. // Резервы повышения плодородия почв, эффективность удобрений и средств защиты растений. – Горки, 1999. – С.19-23.

48. Дюбин, В. Н. Люпин [Текст] / В. Н. Дюбин // Биоклиматология бобовых и злаковых трав. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – С. 59.
49. Егоров, И. А. Белый люпин и другие зернобобовые культуры в кормлении птицы [Текст] / И. А. Егоров, Е. Н. Андрианова, А. С. Цыгуткин, А. Л. Штеле // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 9. – С. 36-38.
50. Животков, Л. А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» [Текст] / Л. А. Животков, З. А. Морозова, Л. И. Секатуева // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3-6.
51. Жизневская, Г. Я. Медь, молибден и железо в азотном обмене бобовых растений [Текст] / Г. Я. Жизневская. – М.: Наука, 1972. – 335 с.
52. Журавлев, Б. А. Влияние удобрений на урожай семян желтого кормового люпина на дерново-подзолистых почвах Ивановской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук [Текст] / Б. А. Журавлев. – Иваново, 1966. – 36 с.
53. Завалин, А. А. Роль бобового предшественника в питании зерновых культур и повышении плодородия Предкавказского выщелоченного чернозема [Текст] / А. А. Завалин, М. В. Кашуков // Агрехимия. – 1998. – № 12. – С. 20-23.
54. Зерно малоалкалоидного люпина в кормлении крупного рогатого скота [Текст] / Е. П. Ващекин, А. А. Менькова, Е. В. Крапивина, М. А. Ткачев, Г. Н. Бобкова, П. В. Костюковский // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 1. – С. 3-10.
55. Иванова, Ж. А. Возделывание кормового узколистного люпина на легких дерново-подзолистых почвах Северо-Запада России: дис. ... канд. с.-х. наук [Текст] / Ж. А. Иванова. – Великие Луки, 2002. – 146 с.
56. Ионас, В. А. Система удобрения сельскохозяйственных культур [Текст] / В. А. Ионас, И. Р. Вильдфлуш, С. П. Кукреш. – Минск: Ураджай, 1998. – 287 с.

57. Кадиров, М. М. Разработка технологических приемов возделывания люпина узколистного на серых лесных почвах Предкамья Республики Татарстан: дис. ... канд. с.-х. наук [Текст] / М. М. Кадиров. – Казань, 2007. – 215 с.

58. Калабашкин, П. Н. Влияние инокуляции семян и минеральных удобрений на продуктивность люпина узколистного при уборке на кормовые цели [Текст] / П. Н. Калабашкин, Н. Ю. Коновалова // Молочнохозяйственный вестник. – 2013. – № 4 (12). – С. 20-24.

59. Кобзырёва, М. Е. Действие минерального азота на симбиотическую фиксацию атмосферного азота кормовым люпином [Текст] / М. Е. Кобзырёва // Пути повышения урожайности полевых культур. – Минск: Ураджай, 1985. – С. 31.

60. Коженевский, О. Ч. Влияние молибдена, бора и способов их применения на семенную продуктивность узколистного люпина [Текст] / О. Ч. Коженевский // Наука – производству. – Гродно, 2001. – Ч. 1. – С. 310-312.

61. Коженевский, О. Ч. Роль оптимизации минерального питания в повышении продуктивности люпина узколистного [Текст] / О. Ч. Коженевский // Земляробства і аховараслін: Наукова – витворччасопіс. – 2004. – №2. – С. 59.

62. Коломейченко, В. В. Растениеводство: учебник [Текст] / В. В. Коломейченко. – М.: Агробизнесцентр, 2007. – 600 с.

63. Комаров, В. Ф. Влияние доз и способов внесения минеральных удобрений на урожай, потребление основных элементов пищи по фазам развития и вынос их урожаем кормового люпина [Текст] / В. Ф. Комаров // Сб. науч. тр. – Горки, 1972. – Т. 88. – С. 126-131.

64. Кононов, А. С. Люпин. Технология возделывания в России [Текст] / А. С. Кононов. – Брянск, 2003. – 212 с.

65. Кононов, А. С. Влияние аммиачного азота на эффективность физиологических процессов в одновидовых и бобово-злаковых агроценозах

[Текст] / А. С. Кононов, О. Н. Шкотова // Вестник Брянского государственного университета. – 2012. – № 4 (2). – С. 152-158.

66. Коржиницин, Ф. В. Зеленое удобрение и гумусовое состояние почв [Текст] / Ф. В. Коржиницин // Агрохимия. – 1995. – №5. – С. 4.

67. Корзун, О. С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: учебное пособие [Текст] / О. С. Корзун, А. С. Бруйло. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 140 с.

68. Коринец, В. В. Энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур [Текст] / В. В. Коринец, А. Ф. Козловцев, В. Н. Козенко. – Волгоград, 1985. – 30 с.

69. Кретович, В. Л. Молекулярные механизмы биологической фиксации азота [Текст] / В. Л. Кретович // Вестник АН СССР. – 1979. – № 7. – С. 23-32.

70. Кудашкин, М. И. Средства защиты растений, макро- и микроудобрения в технологии возделывания озимой пшеницы интенсивного типа в системе ландшафтного земледелия [Текст] / М. И. Кудашкин, Ш. И. Ахметов, А. В. Павлинов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 9 (71). – С. 5-8.

71. Кудашкин, М. И. Урожайность и качество озимой пшеницы в зависимости от вида пара, сроков посева, макро- и микроудобрений [Текст] / М. И. Кудашкин, И. А. Гайсин // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 3. – С. 8-9.

72. Кукреш, Л. В. Зернобобовые культуры [Текст] / Л. В. Кукреш, Н. П. Лукашевич. – Минск: Ураджай, 1992. – 256 с.

73. Купцов, Н. С. Люпин – генетика, селекция, гетерогенные посевы [Текст] / Н. С. Купцов, И. П. Такунов. – Брянск, Клинцы: ГУП «Клинцовская городская типография», 2006. – 576 с.

74. Купцов, Н. С. Особенности возделывания люпина узколистного [Текст] / Н. С. Купцов, В. В. Гринь, И. И. Борисов, С. В. Васько // Сборник научных материалов «Современные ресурсосберегающие технологии произ-

водства растениеводческой продукции в Беларуси». – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – С. 191-203.

75. Курлович, Б. С. Генофонд и селекция зерновых бобовых культур (люпин, вика, соя, фасоль) [Текст] / Б. С. Курлович, С. И. Репьев, Л. Г. Щелко. – СПб: ВНИИР, 1995. – 438 с.

76. Лаврик, Н. Н. Качество зерна и урожайность люпина белого и люпина узколистного в зависимости от бактериального препарата и микроудобрений [Текст] / И. Н. Лаврик, А. И. Жатов // Вестник Сумского национального аграрного университета. – 2013. – № 11. – С. 135-138.

77. Лихачев, Б. С. Направления и результаты селекции люпина [Текст] / Б. С. Лихачев // Селекция и семеноводство. – 1995. – № 3. – С. 2-8.

78. Лихачев, Б. С. Селекция люпина: направления, результаты, перспективы [Текст] / Б. С. Лихачев, И. К. Савичева, П. А. Агеева, М. Л. Бернацкая // Доклады и сообщения семинара «Состояние и перспективы выращивания люпина в Северо-Западной зоне Российской Федерации». – Великие Луки, 1996. – С. 28-36.

79. Лихачев, Б. С. Биологический потенциал люпина желтого и возможности селекционного повышения уровня его реализации [Текст] / Б. С. Лихачев, Н. В. Новик // Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию Всероссийского научно-исследовательского института люпина «Люпин – его возможности и перспективы». – Брянск, 2012. – С. 119-126.

80. Лукашевич, М. И. Перспективы селекции желтого люпина [Текст] / М. И. Лукашевич, И. К. Савичева // Кормопроизводство. – 2001. – №1. – С. 17-19.

81. Лукашевич, М. И. Направления и результаты селекции люпина белого [Текст] / М. И. Лукашевич, Т. В. Свириденко // Кормопроизводство. – № 5. – 2012. – С. 22 -24.

82. Майсурян, Н. А. Люпин [Текст] / Н. А. Майсурян, А. И. Атабекова. – М.: Колос, 1974. – 299 с.

83. Малоносова, И. А. Влияние молибденового питания на продуктивность бобовых культур на дерново-подзолистых почвах: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук [Текст] / И. А. Малоносова. – М., 1972. – 16 с.
84. Мельникова, О. В. Агроэкологическое обоснование биологизации растениеводства на юго-западе Центрального региона России [Текст] / О. В. Мельникова. – Брянск, 2010. – С. 460.
85. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [Текст] / Под ред. М. А. Федина. – М.: Колос, 1985. – 285 с.
86. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю. К. Новоселов, В. Н. Киреев, Г. П. Кутузов [и др.]. – М.: РАСХН, 1997. – 155 с.
87. Мещеряков, О. Д. Влияние сортовых особенностей, минеральных удобрений и ризоторфина на урожай и качество семян люпина в условиях юго-западной части ЦЧР: дис. ... канд. с.-х. наук [Текст] / О. Д. Мещеряков. – Воронеж, 2012. – 139 с.
88. Минюк, П. М. Влияние минеральных удобрений, микроэлементов и атмосферных осадков на урожайность зерна узколистного кормового люпина [Текст] / П. М. Минюк, М. П. Минюк // Научные основы эффективного ведения растениеводства в современных условиях. – Горки, 1995. – С. 49.
89. Мироненко, А. В. Физиология и биохимия люпина [Текст] / А. В. Мироненко. – Минск: Наука и техника, 1965. – 204 с.
90. Мироненко, А. В. Алкалоиды люпина и их изменение в процессе роста и развития растений и под влиянием условий выращивания [Текст] / А. В. Мироненко, А. И. Заболотный // Селекция, семеноводство и приёмы возделывания люпина. – Орёл, 1974. – С. 121.
91. Мироненко, А. В. Биохимия люпина [Текст] / А. В. Мироненко. – Минск: Наука и техника, 1975. – 310 с.
92. Миронов, Т. П. Биохимический состав и питательная ценность зерна различных видов люпина [Текст] / Т. П. Миронов, М. Н. Купцов,

Н. М. Пушков // Пути повышения урожайности полевых культур. – 1989. – Вып. 20. – С.48-53.

93. Мишустин, Е. Н. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс [Текст] / Е. Н. Мишустин, В. К. Школьникова. – М.: Наука, 1973. – 288 с.

94. Муравьёв, А. А. Продуктивность люпина белого при использовании инокуляции семян, минеральных удобрений и регулятора роста [Текст] / А. А. Муравьёв, В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина, А. И. Артюхов, М. И. Лукашевич // Кормопроизводство. – 2012. – № 8. – С. 23-24.

95. Муравьёв, А. А. Возделывание люпина белого в засушливых условиях лесостепи Центрально – Чернозёмного региона [Текст] / А. А. Муравьёв, В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина // Аграрная наука. – 2013. – № 4. – С. 12-14.

96. Муравьёв, А. А. Сортоизучение и совершенствование возделывания люпина в лесостепи ЦЧР: дис. ... канд. с-х. наук [Текст] / А. А.Муравьёв. – Воронеж, 2013. – 171 с.

97. Муравьёв, А. А. Особенности роста и развития растений люпина белого сорта Деснянский в Центральном Черноземье [Текст] / А. А. Муравьёв, А. Н. Крюков, Л. А. Наумкина // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – С. 1683.

98. Муртазин, М. Г. Стимулирующее и защитное действие препаратов ЖУСС при обработке семян [Текст] / М. Г. Муртазин, Ф. А. Хисамеева, Р. Н. Сагитова // Агрохимический вестник. – 2006. – № 4. – С. 7-8.

99. Наумкин, В. Н. Перспективы культуры люпина в Центрально-Черноземном регионе [Текст] / В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина, В. А. Сергеева // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – №1. – С. 27-29.

100. Наумкин, В. Н. Продуктивность люпина белого в зависимости от инокуляции семян и дозы минеральных удобрений [Текст] / В. Н. Наумкин, О. Д. Мещеряков, А. А. Муравьёв, А. И. Артюхов, М. И. Лукашевич // Кормопроизводство. – 2012. – № 3. – С. 17-19.

101. Наумкин, В. Н. Адаптивная технология возделывания люпина белого для Центрально-Черноземного региона [Текст] / В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина, О. Ю. Куренская, А. И. Артюхов, М. И. Лукашевич // Вестник Курской ГСХА. – 2013. – № 1. – С. 58-59.

102. Наумкин, В. Н. Технология растениеводства: учебное пособие [Текст] / В. Н. Наумкин, А. С. Ступин. – СПб.: Лань, 2014. – 692 с.

103. Ничипорович, А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах [Текст] / А. А. Ничипорович, Л. Е. Строганова, С. Н. Чмора, М. Н. Власова. – М.: АН СССР, 1961. – 137 с.

104. Новиков, М. Н. Смешанные посевы с люпином в земледелии Нечерноземной зоны [Текст] / М. Н. Новиков, И. П. Такунов, Т. Н. Слесарева, В. Н. Баринов, Н. А. Демина. – М.: ООО «Столичная типография», 2008. – 160 с.

105. Орлов, В. П. Влияние минерального и биологического азота на продуктивность и качество кормового люпина [Текст] / В. П. Орлов, И. Ф. Орлова // Технологии возделывания зерновых и зернобобовых культур. – Орёл, 1983. – С. 106.

106. Панников, В. Д. Почва, климат, удобрение и урожай [Текст] / В. Д. Панников, В. Г. Минеев. – М.: Агропромиздат, 1977. – 416 с.

107. Пахомова, В. М. Полифункциональное действие микроудобрений марки ЖУСС на урожайность и качество яровой пшеницы [Текст] / В. М. Пахомова, И. А. Гайсин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2009. – № 4. – С. 15-16.

108. Пахомова, В. М. Физиологические и продукционные процессы яровой пшеницы сорта МиС при оптимизации минерального питания полифункциональным препаратом ЖУСС-4 [Текст] / В. М. Пахомова, Е. К. Бунтукова, Н. М. Фомина // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2009. – Т. 4. – № 2 (12). – С. 149-154.

109. Пейве, Я. В. Биохимия и агрохимия молибдена [Текст] / Я. В. Пейве // Материалы IV Всесоюзного совещания по вопросам примене-

ния микроэлементов в сельском хозяйстве и медицине. – Киев, 1963. – С. 133-137.

110. Персикова, Т. Ф. Продуктивность люпина узколистного в условиях Беларуси [Текст] / Т. Ф. Персикова, А. Р. Цыганов, А. В. Какшинцев. – Минск: ИВЦ Минфина, 2006. – 179 с.

111. Полканова, Т. П. Влияние кобальта и молибдена на урожай и качество семян люпина [Текст] / Т. П. Полканова // Бобовые и зернобобовые культуры. – М.: Колос, 1966. – С.276-281.

112. Посыпанов, Г. С. Потребление азота, фосфора и калия люпином при питании минеральным и симбиотическим азотом [Текст] / Г. С. Посыпанов // Известия ТСХА. – 1972. – Вып. 1. – С.36.

113. Посыпанов, Г. С. О применении стартовых доз азотных удобрений под бобовые культуры [Текст] / Г. С. Посыпанов //Агрохимия. – 1974. – №1. – С. 17.

114. Посыпанов, Г. С. Особенности расчета доз удобрений под зернобобовые культуры [Текст] / Г. С. Посыпанов // Известия ТСХА. – 1977. – Вып. 5. – С. 63-69.

115. Посыпанов, Г. С. Содержание легемоглобина и активность дегидрогеназ в клубеньках люцерны в зависимости от условий выращивания [Текст] / Г. С. Посыпанов, Б. А. Чернов, В. И. Чернова // Известия ТСХА. – 1980. – № 5. – С.30-35.

116. Посыпанов, Г. С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха: справочное пособие [Текст] / Г. С. Посыпанов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 300 с.

117. Прокошев, В. Н. Повышение плодородия песчаных и супесчаных почв дерново-подзолистого типа [Текст] / В. Н. Прокошев. – М.: АН СССР, 1952. – 441 с.

118. Проскура, И. П. Биологические основы и агротехнические приемы повышения урожая и качества семян кормового люпина [Текст] /

И. П. Проскура // Селекция, семеноводство и приемы возделывания люпина. – Орел, 1974. – С. 142-148.

119. Радчиков, В. Ф. Влияние скармливания люпина, обработанного разными способами, на продуктивность бычков [Текст] / В. Ф. Радчиков // Ученые записки УО «Витебская ордена «Знак почета» государственная академия ветеринарной медицины» . – 2010. – Т. 46. – Вып. 1. – Ч. 2. – С. 187-190.

120. Рак, М. В. Влияние некорневых подкормок бором, кобальтом, йодом и молибденом на урожайность люпина узколистного [Текст] / М. В. Рак, М. Ф. Дембицкий. //Актуальные проблемы адаптивной интенсификации земледелия на рубеже столетий. – Минск, 2000. – С.175-179.

121. Рахуба, М. К. Воздействие удобрений и известкования на урожай кукурузы и люпина [Текст] / М. К. Рахуба, Л. Д. Чичко // Почвенные исследования и применение удобрений. – Минск: Ураджай, 1980. – Вып. 11. – С. 86-89.

122. Рулинская, Н. С. Урожайность и качество зелёной массы люпина Академический 1 в зависимости от доз минерального азота [Текст] / Н. С. Рулинская, Х. Ф. Борисова, В. Ф. Мончикова // Научный тр. БелСХА. – 1982. – Вып. 83. – С.61.

123. Рыбакова, Н. Д. Изменения агрохимических показателей плодородия песчаной почвы в сидеральном севообороте [Текст] / Н. Д. Рыбакова, М. П. Усова // Севооборот и обработка почвы в интенсивном земледелии. – Горький, 1987. – С. 25.

124. Савичев, К. И. Люпин – ценная культура [Текст] / К. И. Савичев. – Брянск: Брянский рабочий, 1961. – 118 с.

125. Савичев, К. И. Люпин – богатырская культура [Текст] / К. И. Савичев. – Брянск: Брянский рабочий, 1964. – 66 с.

126. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур: учебное пособие / М. А. Зеленский, А. К. Пархоменко, В. С. Набока [и др.]: Под ред. М. А. Зеленого. – Киев: Вища школа, 1987. – 318 с.

127. Сергеева, В. А. Урожайность кормовых сортов узколистного и белого люпина в зависимости от сроков посева и норм высева семян в юго-западной части ЦЧР: дис. ... канд. с-х. наук [Текст] / В. А. Сергеева. – Воронеж, 2009. – 138 с.

128. Слесарева, Т. Н. Ресурсосберегающая технология возделывания белого люпина в смеси со злаковыми зерновыми культурами. Научно-практические рекомендации [Текст] / Т. Н. Слесарева, И. П. Такунов, И. Ф. Егоров. – Брянск: Читай-город, 2010. – 30 с.

129. Соболев, С. Л. Зеленое удобрение [Текст] / С. Л. Соболев, Г. В. Бадина. – Л.: Лениздат, 1957. – 104 с.

130. Сороко, В. И. Влияние систем удобрения на урожайность и качество зеленой массы люпина узколистного на дерново-подзолистых рыхлосупесчаных и песчаных почвах [Текст] / В. И. Сороко, Г. В. Пироговская, А. М. Русалович // Почвоведение и агрохимия. – 2008. – № 2. – С. 149-162.

131. Страйер, Л. Биохимия [Текст] / Л. Страйер. – М.: Мир, 1984. – Т.1. – 232 с.

132. Страйер, Л. Биохимия [Текст] / Л. Страйер. – М.: Мир, 1984. – Т.2. – 308 с.

133. Страйер, Л. Биохимия [Текст] / Л. Страйер. – М.: Мир, 1984. – Т.3. – 398 с.

134. Тагиров, М. Ш. Хелаты – перспективный вид удобрений в картофелеводстве [Текст] / М. Ш. Тагиров // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 5. – С. 33-34.

135. Такунов, И. П. Люпин в земледелии России [Текст] / И. П. Такунов. – Брянск: Придесенье, 1966. – 372 с.

136. Такунов, И. П. Люпиносеяние в Российской Федерации [Текст] / И. П. Такунов, Б. С. Лихачев // Кормопроизводство. – 1994. – № 3. – С. 12-15.

137. Такунов, И. П. Люпино-злаковые травосмеси [Текст] / И. П. Такунов, Ф. Г. Кадыров // Кормопроизводство. – 1996. – № 1. – С. 37-44.

138. Такунов, И. П. Динамика биологической фиксации атмосферного азота узколистного люпина [Текст] / И. П. Такунов, А. С. Кононов, Т. Н. Слепачева // Тезисы докладов Межрегиональной научно-практической конференции «Биологический и экономический потенциал люпина и пути его реализации». – Брянск, 1997. – С. 116-119.

139. Такунов, И. П. Возделывание и использование узколистного люпина. Практические рекомендации [Текст] / И. П. Такунов, Л. Л. Яговенко, П. А. Агеева, Ф. Г. Кадыров, А. С. Кононов. – Брянск, 2001. – 55 с.

140. Такунов, И. П. Состояние и проблемы научного обеспечения люпиносеяния в Российской Федерации [Текст] / И. П. Такунов // Тезисы докладов Международной научной конференции «Научное обеспечение люпина в России». – Брянск: ВНИИ люпина, 2005. – С. 4-12.

141. Такунов, И. П. Люпин – настоящее и будущее [Текст] / И. П. Такунов // 20 лет Всероссийскому научно-исследовательскому институту люпина: сб. науч. тр. – Брянск: Читай-город, 2007. – С. 15-41.

142. Таранухо, Г. И. Селекция и семеноводство люпина [Текст] / Г. И. Таранухо. – Минск, 1980. – 68 с.

143. Таранухо, Г. И. Люпин: биология, селекция и технология возделывания [Текст] / Г. И. Таранухо. – Горки: БГСХА, 2001. – 112 с.

144. Таранухо, В. Г. Люпин: пособие [Текст] / Г. И. Таранухо. – Горки: БГСХА, 2009. – 52 с.

145. Таранухо, В. Г. Зерновые бобовые культуры: практикум [Текст] / В. Г. Таранухо, С. С. Камасин, А. А. Пугач, А. Ф. Таранова. – Горки: БГСХА, 2014. – 56 с.

146. Тимофеев, С. Ф. Различия в сортовой продуктивности жёлтого кормового люпина в зависимости от приёмов регулирования условий питания: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук [Текст] / С. Ф. Тимофеев. – Жодино, 1985. – 24 с.

147. Трещачёв, Е. П. Люпин как источник биологического азота в почве [Текст] / Е. П. Трещачёв, Н. В. Атрашкова, А. Д. Човжык // Селекция, семеноводство и приёмы возделывания люпина. – Орёл, 1974. – С.66-78.

148. Трещачев, Е. П. Агрохимические аспекты биологического азота в современном земледелии [Текст] / Е. П. Трещачев. – М., 1999. – 530 с.

149. Урожайность и адаптивность сортов и сортообразцов кормового люпина в условиях Центрально-Черноземного региона [Текст] / В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина, О. Д. Мещеряков [и др.] // Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения: материалы международной научно-производственной конференции. – Белгород: БелГСХА, 2012. – С. 49-54.

150. Хайлова, Г. Ф. Симбиотическая азотфиксирующая система бобовых растений [Текст] / Г. Ф. Хайлова, Г. Я. Жизневская // Агрохимия. – 1980. – № 12. – С. 118-133.

151. Хисамеева, Ф. А. Анализ развития всходов после обработки семян препаратами ЖУСС [Текст] / Ф. А. Хисамеева, Р. А. Асрутдинова, Р. Н. Сагитова // Агрохимический вестник. – 2006. – № 4. – С. 9.

152. Холодов, А. Г. Влияние удобрений на химический состав зерна и зеленой массы желтого кормового люпина [Текст] / А. Г. Холодов, С. Ф. Тимофеев // Сб. науч. тр. БелНИИ земледелия. – 1983. – Вып. 27. – С. 91-95.

153. Чекмарев, П. А. Роль люпина в формировании плодородия почвы [Текст] / П. А. Чекмарев, А. И. Артюхов, Н. П. Юмашев, Л. Л. Яговенко // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 10. – С. 17-20.

154. Чундерова, А. И. О взаимоотношениях клубеньковых бактерий с растением-хозяином и перспективах повышения эффективности симбиоза [Текст] / А. И. Чундерова // Яр. ВНИИСХМ. – 1980. – Т. 50. – С. 19.

155. Шарапо, В. З. Сравнительная хозяйственно–биологическая характеристика кормовых сортов люпина в условиях Северо-Востока БССР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В.З. Шарапо. – Горки, 1964. – 24 с.

156. Шарапов, Н. И. Люпин [Текст] / Н. И. Шарапов. – М.: Сельхозиздат, 1949. – 232 с.
157. Шик, А. С. Эффективность минеральных удобрений в посевах люпина на мелиорированных почвах белорусского Полесья [Текст] / А. С. Шик, В. Н. Халецкий // Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию Всероссийского научно-исследовательского института люпина «Люпин – его возможности и перспективы». – Брянск, 2012. – С. 166-171.
158. Шинка, А. Э. Влияние опудривания микроэлементами семян кормовых бобов и люпина на их урожай и количество биологически связанного атмосферного азота: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук [Текст] / А. Э. Шинка. – Елгава, 1967. – 28 с.
159. Ширмов, В. А. О накоплении азота однолетними бобовыми культурами [Текст] / В. А. Ширмов, И. В. Пайкова // Агрохимия. – 1969. – №7. – С. 23-30.
160. Шошина, З. В. Создание и оценка исходного материала для селекции люпина желтого на продуктивность: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук [Текст] / З. В. Шошина. – Москва, 1996. – 26 с.
161. Шпаков, А. С. Использование зернобобовых в кормлении сельскохозяйственных животных [Текст] / А. С. Шпаков, А. И. Фицев, А. П. Гаганов, Ф. В. Воронкова, Л. М. Коровина. – М.: ФГОУ РосАКО, 2005. – 27 с.
162. Штеле, А. Л. Белый люпин – новый белковый корм для высокопродуктивной птицы [Текст] / А. Л. Штеле // Птицеводство. – 2013. – № 10. – С. 27-33.
163. Юхимчук, Ф. Ф. Люпин в земледелии [Текст] / Ф. Ф. Юхимчук. – Киев: Госсельхозиздат, 1963. – С. 160.
164. Яговенко, Л. Л. Влияние люпина на свойства почвы при его запашке на сидерацию [Текст] / Л. Л. Яговенко, И. П. Такунов, Г. Л. Яговенко // Агрохимия. – 2003. – №6. – С. 71-80.

165. Яковлев, А. И. Основные приемы возделывания люпина в лесостепи Поволжья: дис. ... канд. с.-х. наук [Текст] / А. И. Яковлев. – Пенза, 2003. – 150 с.
166. Яковлев, Н. А. Продуктивность люпина узколистного в условиях биологизации земледелия Орловской области: дис. ... канд. с.-х. наук [Текст] / Н. А. Яковлев. – Орел, 2001. – 153 с.
167. Barbog, P. Effect of magnesium and nitrogenous fertilisers on the growth and alkaloid content in lupinus angustifolius L. [Text] / P. Barbog // Austral J Agr Res. – 2002. – №6. – P. 671-676.
168. Bednarek, W. Pobranie fosforu przez rośliny uprawne z gleb nawożonych niekonwencjonalnymi nawosami fosforowymi [Text] / W. Bednarek // Ann. Univ. Mariae Curie-Człodowska. Sect. E. – 1992. – V. 47. – P. 99-105.
169. Czyz, H. Doskonalenie agrotechniki roślin strączkowych [Text] / H. Czyz // Nowe Roln. – 1988. – V. 37. – № 7/8. – P. 11-18.
170. Evans, J. Influence of mineral nitrogen on fixation by lupin (*Lupinus angustifolius*) as assessed by ¹⁵N isotope dilution methods [Text] / J. Evans, G. E. O'Connor, G. L. Turner, F. J. Bergersen // Field Crops Res. – 1987. – № 17. – P. 109-120.
171. Finan, T. M. Complex symbiotic phenotypes result from gluconeogenic mutations in *Rhizobium meliloti* [Text] / T. M. Finan, E. Mc Whinnie, B. T. Driscoll, R. J. Watson // Mol. Plant Microbe Interact. – 1991. – № 4. – P. 386-392.
172. Ghanbari-Bjnjar, A. Intercropped field beans (*vicia faba*) and wheat (*triticum aestivum*) for whole crop forage: effect of nitrogen on forage yield and quality [Text] / A. Ghanbari-Bjnjar, H.C. Lee // The journal of agricultural science. – 2002. – T. 138. – № 3. – P. 311-315.
173. Gladstones J. S. The Narrow-leaved Lupin in Western Australia (*L. angustifolius*) [Text] / J. S. Gladstones // Bull. West. Austral Dep. of Agr. – 1977. – V. 3990. – P. 14.

174. Harasimowicz – Hermann, G. The effect of fertilization with microelements and magnesium on the development and the yield of yellow lupine *Lupinus luteus* L. [Text] / G. Harasimowicz – Hermann // Abstracts 5 Intern. Lupin conf. – Poznan, 1988. – P. 65-67.
175. Igbasan, F.A. The feeding value for broiler chickens of pea chips derived from milled peas (*Pisum sativum* L.) during air classification into starch fractions [Text] / F.A. Igbasan, W. Guenter // Animal feed science and technology. – 1996. – T. 61. – № 1-4. – P. 205-217.
176. Kessel, W. C. Zwischenfrucht – Grundbrache - umweltfreundliche Nematodenreduzierung [Text] / W. C. Kessel // Zuckerrube. – 1989. – Bd. 38. – № 4. – P. 228.
177. Kotecki, A. Wpływ przedsiewnego nawożenia azotem i dolistnego nawożenia mikroelementami na rozwój i plonowanie *Lupinus luteus* L. [Text] / A. Kotecki, W. Nalarz // Zesz.nauk AR Wrocławiu Rol. – 1991. – № 55. – P. 85.
178. Kribek, K. Efektivni hnojenji lupini bibe [Text] / K. Kribek. – Yroda, 1979. – 27 p.
179. Leymoine, J. P. Des Tets d'assolement quivalorisent bein la fumure [Text] / J. P. Leymoine // Cultivar. – 1987. – V. 207. – P. 76.
180. Martin, P. Einfluss von mineral stoffen auf das symbiotische N-Bindungssystem der Leguminosen [Text] / P. Martin // Kali-Briefe (Bunfehor). Hannover. – 1990. – Bd. –20. – № 1. – P. 93.
181. Michalek, H. Anbauempfehlungen für Kornerproduktion gelber Süßlupinen [Text] / H. Michalek, M. Brummund // Getreideforsch. – 1989. – Bd. 23. – № 2. – P.40-46.
182. Niang, A. Fodder-quality improvement through contour planting of legume shrub/grass mixtures in croplands of Rwanda high lands [Text] / A. Niang, E. Styger, A. Gahamanyi, D. Hoekstra, R. Coe // Agroforestry systems. – 1998. – T.39. – № 3. – P. 263-274.
183. Okuwasola, A. J. Chemical characterization and protein quality evaluation of leaf protein concentrates from *Glyricidia sepium* and *Leucaena leuco-*

cephala [Text] / A. J. Okuwasola, A. V. Ayobore // International journal of food science and technology. – 2004. – T.39. – № 3. – P. 253-261.

184. Oldroyd, G.E. Speak, friend, and enter: signalling systems that promote beneficial symbiotic associations in plants [Text] / G.E. Oldroyd // Nature Reviews Microbiology. – 2013. – № 11. – P. 252-263 .

185. Perez Cuesta, M. Rendimientos productivos de semillas de *Lupinus albus* «Maxulupa y «Baeticus» en cultivos experimentales en secano sobre suelos de la provincia de Cordova boia tratamiento con nitro sulfato amoniaco [Text] / M. Perez Cuesta, et.al. //Arch. Zootecn. – 1979. – № 28. – P.143-159.

186. Pieters, A. I. Green manuring [Text] / A. I. Pieters. – New York: John Wiley, 1927. – 242 p.

187. Pobigaylo, N. Identification of genes relevant to symbiosis and competitiveness in *Sinorhizobium meliloti* using signaturetagged mutants [Text] / N. Pobigaylo, S. Szymczak , T. W. Nattkemper, A. Becker // Mol. Plant-Microbe Interact. – 2008. – № 21. – P. 219-231.

188. Riley, M. M. Zink deficiency in wheat and lupins in Western Australia is affected by the source of phosphate fertilizer [Text] / M. M. Riley // Austral. J. exper. Agr. – 1992. – V. 32. – № 4. – P. 455-460.

189. Serrato Valenti, G. Comparative studies on testa structure of “hard-seeded” and “soft-seeded” varieties of *Lupinus angustifolius* L. (Leguminosae) and on mechanisms of water entry [Text] / G. Serrato Valenti, L. Melone, M. Ferro, A. Bozzini // Seed Sc. Technol. – 1989. – T. 17. – № 3. – P. 563 - 581.

190. Simmonds, N. W. Selection for local adaption in a plant breeding programme [Text] / N. W. Simmonds // Theor. And Appl. Genet. – 1991. – № 3. – P. 83-88.

191. Steinbrenner, K. Wirkung der Korneleguminosen auf die Bodenfruchtbarkeit und die Nachfrucht Getreide [Text] / K. Steinbrenner, M. Grosskopf // Feld-wirtschaft. – 1987. – Bd. 28. – № 1. – P. 26.

192. Vance, C. P. Legume symbiotic nitrogen fixation: agronomic aspects [Text] / C. P. Vance, H. P. Spaink, A. Kondorosi, P. J. J. Hooykaas // *The Rhizobiaceae*. – Dordrecht, 1998. – P. 509-530.
193. Whalley, D. B. Seedling vigor and the early nonphotosynthetic stage of seedling growth in grass [Text] / D. B. Whalley, Mc. C. M. Kell, L. R. Green // *Crop. Sci.*– 1966.–№ 6.– P. 147-150.
194. Yau, S. K. Variance of relative yield as an agronomic type of stability measure [Text] / S. K. Yau // *Proceeding of the eight Meeting EUCARPIA Section, Biometrics on Plant Breeding*. – Czechoslovakia, 1991. – P. 100–111.
195. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: http://www.gossort.com/ree_cont.html

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1
Фенологические наблюдения посевов люпина белого в зависимости от макро- и микроудобрений, 2013 г.

Вариант опыта	Фазы развития растений и даты их наступления							
	всходы	нарастание листьев	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов	созревание семян	
Контроль – без удобрений	05.05	17.05	31.05	15.06	29.06	17.07	11.08	
N ₆₀	05.05	17.05	31.05	15.06	29.06	17.07	11.08	
P ₆₀	05.05	17.05	31.05	14.06	28.06	14.07	07.08	
K ₆₀	05.05	17.05	31.05	14.06	28.06	14.07	07.08	
N ₆₀ P ₆₀	05.05	17.05	31.05	15.06	29.06	16.07	10.08	
N ₆₀ K ₆₀	05.05	17.05	31.05	15.06	29.06	16.07	10.08	
P ₆₀ K ₆₀	05.05	17.05	31.05	14.06	28.06	14.07	07.08	
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	05.05	17.05	31.05	14.06	28.06	14.07	07.08	
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУССС-2	05.05	17.05	31.05	14.06	27.06	14.07	07.08	
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУССС-3	05.05	17.05	31.05	14.06	27.06	14.07	07.08	

Приложение 2

Фенологические наблюдения посевов люпина белого в зависимости от макро- и микроудобрений, 2014 г.

Вариант опыта	Фазы развития растений и даты их наступления							
	всходы	нарастание листьев	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов	созревание семян	
Контроль – без удобрений	29.04	11.05	25.05	07.06	23.06	14.07	12.08	
N ₆₀	29.04	11.05	25.05	07.06	24.06	15.07	14.08	
P ₆₀	29.04	11.05	25.05	06.06	22.06	11.07	10.08	
K ₆₀	29.04	11.05	25.05	07.06	23.06	12.07	11.08	
N ₆₀ P ₆₀	29.04	11.05	25.05	07.06	23.06	13.07	12.08	
N ₆₀ K ₆₀	29.04	11.05	25.05	07.06	24.06	14.07	13.08	
P ₆₀ K ₆₀	29.04	11.05	25.05	07.06	23.06	13.07	11.08	
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	29.04	11.05	25.05	07.06	23.06	13.07	11.08	
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	29.04	11.05	25.05	07.06	23.06	12.07	10.08	
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	29.04	11.05	25.05	07.06	23.06	12.07	10.08	

Приложение 3

Фенологические наблюдения посевов люпина белого в зависимости от макро- и микроудобрений, 2015 г.

Вариант опыта	Фазы развития растений и даты их наступления									
	всходы	нарастание листьев	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов	созревание семян			
Контроль – без удобрений	01.05	11.05	23.05	05.06	20.06	07.07	06.08			
N ₆₀	01.05	11.05	23.05	05.06	20.06	07.07	06.08			
P ₆₀	01.05	11.05	23.05	05.06	19.06	05.07	04.08			
K ₆₀	01.05	11.05	23.05	05.06	20.06	07.07	05.08			
N ₆₀ P ₆₀	01.05	11.05	23.05	05.06	20.06	07.07	06.08			
N ₆₀ K ₆₀	01.05	11.05	23.05	05.06	20.06	07.07	05.08			
P ₆₀ K ₆₀	01.05	11.05	23.05	05.06	20.06	07.07	06.08			
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	01.05	11.05	23.05	05.06	20.06	07.07	06.08			
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	01.05	11.05	23.05	05.06	19.06	05.07	03.08			
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	01.05	11.05	23.05	05.06	19.06	05.07	03.08			

Высота растений люпина белого в зависимости от минеральных удобрений,
2013 г.

Вариант опыта	Среднее на одно растение, см				
	нараста- ние листьев	ветв- ление	бутони- зация	цвете- ние	образование бобов
Контроль – без удобрений	13,1	16,2	21,2	31,7	49,4
N ₆₀	15,4	19,2	25,3	35,5	53,8
P ₆₀	13,9	17,3	23,5	34,1	52,2
K ₆₀	14,7	18,4	24,3	34,8	52,8
N ₆₀ P ₆₀	16,7	20,7	26,9	37,2	55,1
N ₆₀ K ₆₀	16,0	20,1	26,1	36,3	54,4
P ₆₀ K ₆₀	17,2	21,9	28,3	37,9	55,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	17,7	23,8	29,4	38,7	56,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	19,2	25,2	30,9	40,1	58,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	18,5	24,4	30,2	39,6	57,5
НСР ₀₅	1,2	1,4	1,4	1,5	1,8

Высота растений люпина белого в зависимости от минеральных удобрений,
2014 г.

Вариант опыта	Среднее на одно растение, см				
	нарастание листьев	ветвле- ние	бутони- зация	цвете- ние	образование бобов
Контроль – без удобрений	16,4	23,6	34,4	47,2	63,9
N ₆₀	17,7	25,4	36,5	49,6	67,6
P ₆₀	17,0	24,9	35,9	48,9	66,5
K ₆₀	18,6	27,0	38,4	52,2	69,2
N ₆₀ P ₆₀	19,1	27,7	39,0	53,1	70,2
N ₆₀ K ₆₀	20,4	28,8	40,1	55,4	72,3
P ₆₀ K ₆₀	20,9	29,2	40,8	56,5	73,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	21,3	30,0	42,2	57,8	74,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	23,2	32,2	44,5	59,4	76,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	22,7	31,6	43,4	58,2	75,2
НСР ₀₅	1,5	2,3	1,7	2,2	2,4

Высота растений люпина белого в зависимости от минеральных удобрений,
2015 г.

Вариант опыта	Среднее на одно растение, см				
	нарастание листьев	ветв- ление	бутони- зация	цвете- ние	образова- ние бобов
Контроль – без удобрений	14,3	18,3	26,6	37,8	46,2
N ₆₀	15,6	19,8	27,8	38,9	48,8
P ₆₀	14,9	19,0	27,1	38,4	47,5
K ₆₀	16,8	22,5	29,0	41,5	50,9
N ₆₀ P ₆₀	16,5	20,6	28,5	39,7	49,4
N ₆₀ K ₆₀	17,7	23,3	29,8	42,6	51,6
P ₆₀ K ₆₀	18,2	24,0	30,6	43,3	52,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	19,3	24,8	31,9	44,1	53,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	20,5	26,3	33,7	47,9	55,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	19,8	25,4	32,4	46,7	54,6
НСР ₀₅	1,4	2,1	1,7	2,0	2,3

Масса воздушно-сухого вещества растений люпина белого в зависимости
от минеральных удобрений, 2013 г.

Вариант опыта	Среднее на одно растение, г				
	нарастание листьев	ветвле- ние	бутони- зация	цвете- ние	образова- ние бобов
Контроль – без удобрений	1,1	1,8	4,1	9,9	16,8
N ₆₀	2,2	2,8	5,2	11,2	17,9
P ₆₀	1,4	2,1	4,5	10,3	17,2
K ₆₀	1,8	2,5	4,8	10,7	17,5
N ₆₀ P ₆₀	2,8	3,6	6,1	12,1	18,6
N ₆₀ K ₆₀	2,5	3,2	5,7	11,6	18,2
P ₆₀ K ₆₀	3,3	3,9	6,4	12,6	18,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,7	4,5	6,8	13,0	19,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	4,5	5,0	7,7	13,9	20,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	4,1	4,7	7,3	13,4	19,7
НСР ₀₅	0,8	0,7	0,8	1,0	0,9

Масса воздушно-сухого вещества растений люпина белого в зависимости от минеральных удобрений, 2014 г.

Вариант опыта	Среднее на одно растение, г				
	нарастание листьев	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов
Контроль – без удобрений	2,0	2,8	5,8	15,5	34,9
N ₆₀	2,7	3,7	6,9	16,8	36,5
P ₆₀	2,4	3,3	6,4	16,2	35,8
K ₆₀	3,5	4,8	7,7	17,9	37,8
N ₆₀ P ₆₀	4,0	5,4	8,0	18,4	38,2
N ₆₀ K ₆₀	4,6	6,4	9,4	19,5	39,5
P ₆₀ K ₆₀	4,8	6,7	9,7	19,9	40,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,1	6,8	9,9	20,7	40,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	6,0	7,9	10,8	22,5	43,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	5,4	7,3	10,3	21,3	41,8
НСР ₀₅	1,1	1,5	1,4	1,5	1,6

Масса воздушно-сухого вещества растений люпина белого в зависимости от минеральных удобрений, 2015 г.

Вариант опыта	Среднее на одно растение, г				
	нарастание листьев	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов
Контроль – без удобрений	0,8	1,4	4,5	8,3	18,6
N ₆₀	1,3	2,1	5,6	9,5	20,1
P ₆₀	1,0	1,8	5,2	9,0	19,3
K ₆₀	1,6	3,0	6,1	10,6	21,7
N ₆₀ P ₆₀	1,5	2,6	5,8	9,9	20,9
N ₆₀ K ₆₀	1,8	3,5	6,7	11,2	22,4
P ₆₀ K ₆₀	2,0	3,8	7,0	11,8	23,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,4	4,0	7,3	12,5	24,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	2,7	4,5	8,2	15,0	26,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	2,5	4,2	7,8	14,5	25,6
НСР ₀₅	0,5	0,8	1,1	1,3	1,5

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

Вариант опыта	Фазы развития растений				
	нарастание листьев	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов
Контроль – без удобрений	2,0	4,8	16,5	16,7	19,3
N ₆₀	2,3	5,4	18,1	18,9	21,3
P ₆₀	2,1	5,0	16,8	16,3	17,7
K ₆₀	2,3	5,6	16,3	16,8	22,7
N ₆₀ P ₆₀	2,7	6,2	15,6	22,3	25,8
N ₆₀ K ₆₀	2,5	6,0	16,0	18,6	23,3
P ₆₀ K ₆₀	2,6	8,0	18,0	22,1	28,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,0	9,5	20,7	25,3	29,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	3,3	10,8	21,6	30,6	35,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	3,2	10,2	22,4	28,2	30,7

Площадь листьев растений люпина белого в зависимости от минеральных удобрений по фазам вегетации, тыс. м²/га, 2014 г.

Вариант опыта	Фазы развития растений				
	нарастание листьев	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов
Контроль – без удобрений	3,0	7,5	16,6	34,9	41,3
N ₆₀	4,0	10,4	20,9	37,2	45,7
P ₆₀	3,3	10,0	19,6	35,0	46,6
K ₆₀	4,3	11,1	21,3	35,7	50,2
N ₆₀ P ₆₀	4,6	11,3	22,2	37,5	46,3
N ₆₀ K ₆₀	3,8	11,3	23,9	36,9	47,3
P ₆₀ K ₆₀	3,9	12,0	24,6	41,1	45,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,7	15,5	28,5	39,6	46,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	4,9	16,3	31,9	46,5	49,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	5,3	15,4	31,1	44,4	49,3

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

Вариант опыта	Фазы развития растений				
	нарастание листьев	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов
Контроль – без удобрений	2,7	7,5	15,6	19,7	24,0
N ₆₀	2,9	9,5	15,9	20,6	26,8
P ₆₀	3,1	10,1	17,8	21,1	24,7
K ₆₀	3,3	9,8	17,0	22,1	31,0
N ₆₀ P ₆₀	2,9	9,8	15,9	21,3	28,6
N ₆₀ K ₆₀	2,8	12,6	17,5	25,8	29,7
P ₆₀ K ₆₀	4,2	14,1	20,6	25,5	34,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,8	13,4	23,7	27,3	35,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	4,1	13,5	23,9	33,7	35,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	4,4	13,9	23,6	32,0	37,7

Фотосинтетический потенциал посевов люпина белого в зависимости от минеральных удобрений, тыс. м²× дней/га, 2013 г.

Вариант опыта	Межфазные периоды				Всего за вегетацию
	нарастание листьев – ветвление	ветвление – бутонизация	бутонизация – цветение	цветение – образование бобов	
Контроль – без удобрений	47,6	159,9	232,6	323,8	763,9
N ₆₀	53,6	175,8	259,1	362,2	850,7
P ₆₀	49,8	152,5	231,8	272,1	706,2
K ₆₀	55,1	153,3	231,6	315,9	755,9
N ₆₀ P ₆₀	61,6	163,4	265,2	408,6	898,8
N ₆₀ K ₆₀	59,7	165,0	242,3	356,7	823,7
P ₆₀ K ₆₀	73,9	181,9	280,6	406,8	943,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	87,6	211,2	321,7	437,0	1057,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	98,3	226,7	339,0	558,4	1222,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	93,9	228,8	329,3	500,8	1152,8

Фотосинтетический потенциал посевов люпина белого в зависимости
от минеральных удобрений, тыс. м²×дней/га, 2014 г.

Вариант опыта	Межфазные периоды				Всего за вегетацию
	нарастание листьев – ветвление	ветвление – бутонизация	бутонизация – цветение	цветение – образование бобов	
Контроль – без удобрений	73,4	156,3	412,0	800,0	1441,7
N ₆₀	100,7	203,7	494,2	870,9	1669,5
P ₆₀	92,1	176,9	436,7	775,5	1481,2
K ₆₀	108,4	210,6	455,8	816,1	1590,9
N ₆₀ P ₆₀	111,3	218,1	477,8	838,0	1645,2
N ₆₀ K ₆₀	106,1	228,9	516,7	841,0	1692,7
P ₆₀ K ₆₀	111,7	238,2	525,7	868,3	1743,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	141,3	285,9	545,0	863,3	1835,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	148,6	313,5	627,2	908,2	1997,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	144,3	301,8	603,9	890,1	1940,1

Фотосинтетический потенциал посевов люпина белого в зависимости
от минеральных удобрений, тыс. м²×дней/га, 2015 г.

Вариант опыта	Межфазные периоды				Всего за вегетацию
	нарастание листьев – ветвление	ветвление – бутонизация	бутонизация – цветение	цветение – образование бобов	
Контроль – без удобрений	61,1	149,8	264,2	371,2	846,3
N ₆₀	74,4	165,0	273,4	403,1	915,9
P ₆₀	79,1	181,4	272,3	366,3	899,1
K ₆₀	78,3	174,1	293,2	451,1	996,7
N ₆₀ P ₆₀	76,3	167,4	279,5	423,9	947,1
N ₆₀ K ₆₀	92,3	195,7	324,8	471,5	1084,3
P ₆₀ K ₆₀	109,8	225,4	345,0	505,9	1186,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	103,1	241,7	382,4	532,5	1259,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	105,2	242,7	403,1	554,9	1305,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	109,7	243,8	388,9	557,0	1299,4

Чистая продуктивность фотосинтеза люпина белого в зависимости
от минеральных удобрений, г/м² в сутки, 2013 г.

Вариант опыта	Межфазные периоды				В среднем за вегетацию
	нарастание листьев – ветвление	ветвление – бутонизация	бутонизация – цветение	цветение – образование бобов	
Контроль – без удобрений	12,9	12,0	17,2	13,6	13,9
N ₆₀	9,7	11,7	15,6	11,8	12,2
P ₆₀	11,6	13,1	17,1	16,1	14,5
K ₆₀	10,5	12,3	17,3	13,6	13,4
N ₆₀ P ₆₀	11,1	13,2	15,1	10,1	12,4
N ₆₀ K ₆₀	10,2	12,8	16,2	11,7	12,7
P ₆₀ K ₆₀	6,1	11,6	14,7	9,8	10,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	7,0	9,5	12,5	9,5	9,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	4,3	10,2	11,7	7,3	8,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	5,1	9,6	12,2	7,9	8,7

Чистая продуктивность фотосинтеза люпина белого в зависимости
от минеральных удобрений, г/м² в сутки, 2014 г.

Вариант опыта	Межфазные периоды				В среднем за вегетацию
	нарастание листьев – ветвление	ветвление – бутонизация	бутонизация – цветение	цветение – образование бобов	
Контроль – без удобрений	9,6	16,7	18,2	17,3	15,5
N ₆₀	8,8	13,7	15,9	16,9	13,8
P ₆₀	9,0	15,6	17,7	18,5	15,2
K ₆₀	10,3	11,8	16,8	17,7	14,2
N ₆₀ P ₆₀	11,2	9,9	16,7	17,8	13,9
N ₆₀ K ₆₀	15,1	10,7	14,5	17,1	14,4
P ₆₀ K ₆₀	16,0	10,6	14,6	16,7	14,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	10,9	9,1	15,0	16,3	12,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	12,1	8,0	14,1	16,1	12,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	12,5	8,4	13,6	16,9	12,9

Чистая продуктивность фотосинтеза люпина белого в зависимости
от минеральных удобрений, г/м² в сутки, 2015 г.

Вариант опыта	Межфазные периоды				В среднем за вегетацию
	нарастание листьев – ветвление	ветвление – бутонизация	бутонизация – цветение	цветение – образование бобов	
Контроль – без удобрений	8,7	17,6	9,7	18,6	13,7
N ₆₀	9,1	17,9	9,6	17,7	13,6
P ₆₀	9,3	16,3	9,4	18,8	13,5
K ₆₀	15,8	14,9	9,9	17,7	14,6
N ₆₀ P ₆₀	13,0	16,4	9,8	17,8	14,3
N ₆₀ K ₆₀	16,7	13,8	8,9	16,8	14,1
P ₆₀ K ₆₀	15,4	12,2	9,2	15,5	13,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	13,9	11,6	9,6	15,0	12,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	16,2	13,3	11,8	14,5	14,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	14,5	12,7	11,9	14,3	13,4

Число клубеньков на корнях растений люпина белого в зависимости
от минеральных удобрений, 2013 г.

Вариант опыта	Среднее на одно растение, шт.					
	нарастание листьев		цветение		образование бобов	
	всего	активных	всего	активных	всего	активных
Контроль – без удобрений	4,7	4,7	11,1	11,1	18,0	15,7
N ₆₀	5,8	5,8	12,5	12,5	19,2	17,1
P ₆₀	5,1	5,1	11,7	11,7	18,3	16,3
K ₆₀	5,6	5,6	11,9	11,9	18,8	16,6
N ₆₀ P ₆₀	6,4	6,4	13,3	13,3	19,9	17,7
N ₆₀ K ₆₀	6,1	6,1	12,8	12,8	19,6	17,2
P ₆₀ K ₆₀	7,0	7,0	13,6	13,6	20,5	18,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	7,2	7,2	14,0	14,0	20,8	18,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	7,9	7,9	14,8	14,8	21,7	19,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	7,5	7,5	14,5	14,5	21,3	19,0
НСР ₀₅	0,4	0,4	0,2	0,2	0,4	0,3

Число клубеньков на корнях растений люпина белого в зависимости
от минеральных удобрений, 2014 г.

Вариант опыта	Среднее на одно растение, шт.					
	нарастание листьев		цветение		образование бобов	
	всего	активных	всего	активных	всего	активных
Контроль – без удобрений	8,0	8,0	15,9	15,9	25,2	22,8
N ₆₀	8,8	8,8	16,9	16,9	26,3	23,9
P ₆₀	8,3	8,3	16,5	16,5	25,8	23,5
K ₆₀	9,7	9,7	18,0	18,0	27,4	25,1
N ₆₀ P ₆₀	10,2	10,2	18,5	18,5	27,7	25,7
N ₆₀ K ₆₀	11,1	11,1	19,7	19,7	29,1	26,8
P ₆₀ K ₆₀	11,4	11,4	20,0	20,0	29,5	27,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	12,0	12,0	20,6	20,6	30,3	28,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	13,7	13,7	22,6	22,6	31,6	29,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	12,9	12,9	21,7	21,7	31,0	28,8
НСР ₀₅	1,4	1,4	1,4	1,4	1,6	1,7

Число клубеньков на корнях растений люпина белого в зависимости
от минеральных удобрений, 2015 г.

Вариант опыта	Среднее на одно растение, шт.					
	нарастание листьев		цветение		образование бобов	
	всего	активных	всего	активных	всего	активных
Контроль – без удобрений	6,3	6,3	21,2	21,2	26,4	21,2
N ₆₀	6,9	6,9	21,8	21,8	26,6	21,8
P ₆₀	7,4	7,4	22,3	22,3	27,1	22,3
K ₆₀	10,2	10,2	24,7	24,7	29,6	24,7
N ₆₀ P ₆₀	8,1	8,1	23,0	23,0	27,8	23,0
N ₆₀ K ₆₀	9,2	9,2	23,9	23,9	28,5	23,9
P ₆₀ K ₆₀	10,4	10,4	25,6	25,6	29,9	25,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	11,1	11,1	26,4	26,4	30,4	26,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	10,6	10,6	28,7	28,7	33,5	28,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	10,9	10,9	27,5	27,5	32,7	27,5
НСР ₀₅	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2

Масса клубеньков у растений люпина белого в зависимости
от минеральных удобрений, 2013 г.

Вариант опыта	Среднее на одно растение, мг					
	нарастание листьев		цветение		образование бобов	
	всего	активных	всего	активных	всего	активных
Контроль – без удобрений	16,0	16,0	29,6	29,6	39,8	34,7
N ₆₀	17,4	17,4	30,8	30,8	40,7	35,8
P ₆₀	16,4	16,4	30,0	30,0	40,2	35,5
K ₆₀	17,0	17,0	30,5	30,5	40,5	35,6
N ₆₀ P ₆₀	18,1	18,1	31,5	31,5	41,7	36,3
N ₆₀ K ₆₀	17,8	17,8	31,2	31,2	41,2	36,1
P ₆₀ K ₆₀	18,6	18,6	31,7	31,7	42,0	36,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	19,0	19,0	32,1	32,1	42,3	36,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	19,9	19,9	32,9	32,9	43,0	37,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	19,6	19,6	32,5	32,5	42,6	37,3
НСР ₀₅	1,1	1,1	0,5	0,5	1,8	0,6

Масса клубеньков у растений люпина белого в зависимости
от минеральных удобрений, 2014 г.

Вариант опыта	Среднее на одно растение, мг					
	нарастание листьев		цветение		образование бобов	
	всего	активных	всего	активных	всего	активных
Контроль – без удобрений	29,6	29,6	50,6	50,6	65,5	59,7
N ₆₀	30,8	30,8	51,5	51,5	66,7	61,6
P ₆₀	30,3	30,3	50,9	50,9	66,2	61,3
K ₆₀	31,7	31,7	52,6	52,6	67,8	62,7
N ₆₀ P ₆₀	32,4	32,4	53,4	53,4	68,5	63,4
N ₆₀ K ₆₀	33,8	33,8	54,8	54,8	69,9	64,5
P ₆₀ K ₆₀	34,2	34,2	55,4	55,4	70,3	64,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	35,0	35,0	56,1	56,1	71,1	65,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	36,5	36,5	58,0	58,0	72,3	66,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	35,9	35,9	57,2	57,2	71,7	66,0
НСР ₀₅	1,7	1,7	2,0	2,0	1,9	1,8

Масса клубеньков у растений люпина белого в зависимости
от минеральных удобрений, 2015 г.

Вариант опыта	Среднее на одно растение, мг					
	нарастание листьев		цветение		образование бобов	
	всего	активных	всего	активных	всего	активных
Контроль – без удобрений	22,4	22,4	38,8	38,8	56,3	44,2
N ₆₀	23,0	23,0	39,6	39,6	56,8	45,0
P ₆₀	23,7	23,7	40,3	40,3	58,5	45,5
K ₆₀	25,8	25,8	43,1	43,1	60,5	48,7
N ₆₀ P ₆₀	24,2	24,2	41,2	41,2	59,2	46,4
N ₆₀ K ₆₀	24,9	24,9	42,0	42,0	59,7	47,3
P ₆₀ K ₆₀	26,5	26,5	43,7	43,7	61,1	49,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	27,8	27,8	44,5	44,5	61,8	50,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	27,2	27,2	46,4	46,4	63,6	52,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	27,4	27,4	45,7	45,7	63,0	51,9
НСР ₀₅	1,5	1,5	1,7	1,5	1,7	1,6

Урожайность семян люпина белого в зависимости
от минеральных удобрений, 2013 г.

Вариант опыта	Урожайность, т/га					± к контролю	
	повторности				средняя	т/га	%
	I	II	III	IV			
Контроль – без удобрений	1,32	1,24	1,20	1,27	1,26	-	-
N ₆₀	1,58	1,61	1,52	1,66	1,59	0,33	26,2
P ₆₀	1,44	1,37	1,41	1,48	1,43	0,17	13,5
K ₆₀	1,52	1,49	1,56	1,44	1,50	0,24	19,1
N ₆₀ P ₆₀	1,78	1,85	1,73	1,81	1,79	0,53	42,1
N ₆₀ K ₆₀	1,71	1,77	1,69	1,63	1,70	0,44	34,9
P ₆₀ K ₆₀	1,81	1,86	1,90	1,78	1,84	0,58	46,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,93	1,89	1,98	1,96	1,94	0,68	54,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	1,95	1,89	2,07	1,98	1,97	0,71	56,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	2,02	1,93	1,96	1,59	1,95	0,69	54,8
НСР ₀₅						0,12	

Урожайность семян люпина белого в зависимости от минеральных
удобрений, 2014 г.

Вариант опыта	Урожайность, т/га					± к контролю	
	повторности				средняя	т/га	%
	I	II	III	IV			
Контроль – без удобрений	1,74	1,86	1,67	1,53	1,70	-	-
N ₆₀	1,82	2,04	1,95	2,15	1,99	0,29	17,1
P ₆₀	1,90	1,80	2,04	1,98	1,93	0,23	13,5
K ₆₀	2,11	1,96	2,20	1,89	2,04	0,34	20,0
N ₆₀ P ₆₀	2,17	1,93	2,04	2,30	2,11	0,41	24,1
N ₆₀ K ₆₀	2,06	2,30	2,18	2,38	2,23	0,53	31,2
P ₆₀ K ₆₀	2,33	2,18	2,12	2,41	2,26	0,56	32,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,18	2,46	2,39	2,33	2,34	0,64	37,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	2,71	2,64	2,88	2,97	2,80	1,10	64,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	2,88	2,69	2,62	2,81	2,75	1,05	61,8
НСР ₀₅						0,20	

Приложение 27

Урожайность семян люпина белого в зависимости от минеральных
удобрений, 2015 г.

Вариант опыта	Урожайность, т/га					± к контролю	
	повторности				средняя	т/га	%
	I	II	III	IV			
Контроль – без удобрений	1,59	1,47	1,38	1,68	1,53	-	-
N ₆₀	1,84	1,73	2,00	1,91	1,87	0,34	22,2
P ₆₀	1,72	1,83	1,62	1,95	1,78	0,25	16,3
K ₆₀	2,02	2,13	1,88	1,81	1,96	0,43	28,1
N ₆₀ P ₆₀	1,87	2,05	1,93	1,75	1,90	0,37	24,1
N ₆₀ K ₆₀	1,99	2,21	2,12	1,88	2,05	0,52	34,0
P ₆₀ K ₆₀	2,15	2,22	2,01	2,34	2,18	0,65	42,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,10	2,23	2,32	2,43	2,27	0,74	48,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	2,70	2,80	2,58	2,88	2,74	1,21	79,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	2,54	2,68	2,81	2,61	2,66	1,13	73,9
НСР ₀₅						0,19	

Структура урожая люпина белого в зависимости от минеральных
удобрений, 2013 г.

Вариант опыта	Число бобов на 1 раст., шт.	Число семян с 1 раст., шт.	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г
Контроль – без удобрений	4,0	13,5	2,9	215
N ₆₀	4,6	16,0	3,6	222
P ₆₀	4,4	15,1	3,3	218
K ₆₀	4,7	17,2	3,9	227
N ₆₀ P ₆₀	4,6	17,4	4,0	230
N ₆₀ K ₆₀	4,8	16,8	3,9	232
P ₆₀ K ₆₀	5,0	18,0	4,2	233
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,9	18,7	4,4	235
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	5,4	19,6	4,7	240
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	5,2	19,3	4,6	238

Структура урожая люпина белого в зависимости от минеральных
удобрений, 2014 г.

Вариант опыта	Число бобов на 1 раст., шт.	Число семян с 1 раст., шт.	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г
Контроль – без удобрений	4,6	16,2	3,8	235
N ₆₀	4,8	17,5	4,2	240
P ₆₀	5,0	17,3	4,1	237
K ₆₀	5,2	18,7	4,5	241
N ₆₀ P ₆₀	4,9	18,9	4,6	243
N ₆₀ K ₆₀	5,3	20,0	5,0	250
P ₆₀ K ₆₀	5,1	20,2	5,1	252
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,5	21,4	5,5	257
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	6,3	25,0	6,5	260
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	6,0	23,8	6,2	260

Структура урожая люпина белого в зависимости от минеральных
удобрений, 2015 г.

Вариант опыта	Содержание, %			
	протеина	жира	алкалоидов	воды
Контроль – без удобрений	39,8	8,6	0,105	10,5
N ₆₀	41,0	8,2	0,121	10,2
P ₆₀	41,8	8,1	0,142	10,1
K ₆₀	42,0	8,3	0,125	10,2
N ₆₀ P ₆₀	40,9	8,1	0,141	10,1
N ₆₀ K ₆₀	40,7	8,2	0,145	10,1
P ₆₀ K ₆₀	40,9	8,2	0,124	10,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	40,4	8,0	0,145	10,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	41,1	8,1	0,139	10,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	40,4	8,4	0,173	10,1

Качество семян люпина белого в зависимости от минеральных
удобрений, 2013 г.

Вариант опыта	Содержание, %		
	протеина	жира	алкалоидов
Контроль – без удобрений	39,8	8,6	0,105
N ₆₀	41,0	8,2	0,121
P ₆₀	41,8	8,1	0,142
K ₆₀	42,0	8,3	0,125
N ₆₀ P ₆₀	40,9	8,1	0,141
N ₆₀ K ₆₀	40,7	8,2	0,145
P ₆₀ K ₆₀	40,9	8,2	0,124
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	40,4	8,0	0,145
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	41,1	8,1	0,139
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	40,4	8,4	0,173

Качество семян люпина белого в зависимости от минеральных удобрений,
2014 г.

Вариант опыта	Содержание, %		
	протеина	жира	алкалоидов
Контроль – без удобрений	38,5	6,7	0,157
N ₆₀	38,6	6,5	0,126
P ₆₀	41,4	6,5	0,119
K ₆₀	42,3	7,2	0,136
N ₆₀ P ₆₀	40,3	6,6	0,120
N ₆₀ K ₆₀	39,7	6,7	0,124
P ₆₀ K ₆₀	40,3	6,7	0,118
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	38,7	6,6	0,127
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-2	41,5	6,5	0,095
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + ЖУСС-3	40,6	6,8	0,142

Фенологические наблюдения сортов и сортообразцов люпина узколистного, 2014 г.

Сорт, сортообразец	Фазы развития растений и даты их наступления										созревание семян
	всходы	нарастание листьев	ветвление	бутонизация	цветение	образование бо- бов					
Кристалл, st.	24.04	06.05	19.05	30.05	11.06	26.06					27.07
Витязь	23.04	04.05	16.05	26.05	05.06	20.06					21.07
Радужный	23.04	04.05	15.05	25.05	04.06	20.06					20.07
Смена	25.04	06.05	19.05	30.05	09.06	25.06					26.07
Белозерный 110	24.04	05.05	18.05	29.05	08.06	23.06					24.07
Брянский 9-10	23.04	04.05	16.05	26.05	05.06	21.06					22.07
ФЛУ-65-08	23.04	04.05	16.05	26.05	05.06	21.06					22.07
СН 78-07	23.04	04.05	16.05	26.05	05.06	22.06					23.07
Кормовой 77-11	25.04	07.05	20.05	31.05	10.06	26.06					27.07
СН 140-10	25.04	07.05	19.05	30.05	09.06	24.06					25.07
ВНИИЛ 13-13	23.04	04.05	16.05	26.05	06.06	22.06					22.07
Брянский 14-12	24.04	05.05	18.05	29.05	10.06	25.06					26.07
Брянский 15	25.04	07.05	20.05	31.05	10.06	26.06					27.07
Узколистный 32-12	25.04	07.05	19.05	30.05	09.06	25.06					25.07
ФЛУ 33-12	24.04	05.05	18.05	29.05	08.06	23.06					23.07
Брянский 35-12	25.04	07.05	19.05	30.05	09.06	25.06					26.07
СН 33-05	24.04	06.05	19.05	30.05	10.06	26.06					27.07
Высокорослый 37-12	25.04	07.05	20.05	31.05	11.06	27.06					28.07
СН 30-10	24.04	05.05	17.05	28.05	07.06	22.06					24.07
СН 63-12	25.04	07.05	20.05	31.05	10.06	26.06					28.07

Фенологические наблюдения сортов и сортообразцов люпина узколистного, 2015 г.

Сорт, сортообразец	Фазы развития растений и даты их наступления									
	входы	нарастание листьев	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов	созревание семян			
Кристалл, st.	26.04	08.05	18.05	29.05	08.06	23.06	25.07			
Витязь	25.04	05.05	14.05	25.05	05.06	20.06	20.07			
Радужный	25.04	04.05	14.05	25.05	04.06	20.06	18.07			
Смена	26.04	07.05	18.05	29.05	08.06	23.06	25.07			
Белозерный 110	26.04	06.05	15.05	26.05	06.06	21.06	22.07			
Брянский 9-10	25.04	05.05	15.05	24.05	04.06	19.06	21.07			
ФЛУ-65-08	26.04	05.05	15.05	26.05	06.06	21.06	22.07			
СН 78-07	25.04	04.05	14.05	23.05	03.06	18.06	20.07			
Кормовой 77-11	26.04	07.05	17.05	28.05	07.06	22.06	24.07			
СН 140-10	27.04	07.05	18.05	29.05	07.06	23.06	25.07			
ВНИИЛ 13-13	26.04	04.05	15.05	23.05	03.06	19.06	21.07			
Брянский 14-12	26.04	08.05	19.05	29.05	08.06	22.06	24.07			
Брянский 15	27.04	08.05	18.05	29.05	07.06	23.06	25.07			
Узколистный 32-12	26.04	06.05	17.05	28.05	08.06	22.06	23.07			
ФЛУ 33-12	25.04	05.05	14.05	26.05	05.06	21.06	21.07			
Брянский 35-12	26.04	07.05	17.05	28.05	07.06	22.06	24.07			
СН 33-05	27.04	08.05	19.05	30.05	09.06	24.06	26.07			
Высокорослый 37-12	26.04	08.05	19.05	30.05	10.06	25.06	27.07			
СН 30-10	25.04	06.05	17.05	29.05	08.06	21.06	22.07			
СН 63-12	26.04	08.05	18.05	29.05	09.06	24.06	26.07			

Фенологические наблюдения сортов и сортообразцов люпина белого, 2014 г.

Сорт, сортообразец	Фазы развития растений и даты их наступления								образование бобов	созревание семян
	всходы	нарастание листьев	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов	созревание семян			
Дега, st.	27.04	08.05	22.05	02.06	12.06	28.06	01.08			
Деснянский 2	26.04	08.05	22.05	02.06	13.06	30.06	03.08			
Алый парус	27.04	08.05	22.05	02.06	13.06	30.06	04.08			
СН 1677-10	26.04	07.05	21.05	01.06	11.06	28.06	01.08			
СН 8-12	27.04	07.05	20.05	31.05	10.06	27.06	31.07			
СН 23-12	27.04	07.05	20.05	30.05	09.06	26.06	30.07			
СН 24-12	26.04	07.05	20.05	31.05	10.06	27.06	31.07			
СН51-11	27.04	07.05	21.05	01.06	12.06	29.06	02.08			
СН 206-07	27.04	08.05	21.05	31.05	11.06	27.06	30.07			
СН 65-08	27.04	08.05	21.05	31.05	11.06	28.06	31.07			
СН 69-08	27.04	08.05	22.05	02.06	13.06	01.07	05.08			
СН 1022-09	27.04	06.05	20.05	30.05	08.06	25.06	29.07			
СН 51-08	26.04	07.05	21.05	31.05	10.06	28.06	31.07			
СН 1397-10	26.04	07.05	20.05	30.05	08.06	24.06	28.07			
СН 6-11	27.04	08.05	21.05	31.05	11.06	28.06	31.07			
СН 983-09	26.04	07.05	20.05	31.05	09.06	26.06	30.07			
СН 990-09	26.04	07.05	20.05	30.05	09.06	25.06	29.07			
и.о. Дега	27.04	08.05	21.05	31.05	10.06	26.06	28.07			
СН 816-09	27.04	07.05	20.05	30.05	07.06	23.06	27.07			
СН 40-12	27.04	08.05	22.05	02.06	13.06	29.06	02.08			
СН 1014-09	26.04	07.05	21.05	31.05	10.06	27.06	31.07			

Фенологические наблюдения сортов и сортообразцов люпина белого, 2015 г.

Сорт, сортообразец	Фазы развития растений и даты их наступления								
	всходы	нарастание листьев	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов	созревание семян		
Дега, st.	28.04	11.05	24.05	05.06	16.06	02.07	06.08		
Десянский 2	28.04	10.05	24.05	06.06	18.06	04.07	08.08		
Алый парус	27.04	10.05	24.05	06.06	20.06	06.07	10.08		
СН 1677-10	27.04	11.05	24.05	05.06	17.06	03.07	07.08		
СН 8-12	28.04	11.05	23.05	04.06	15.06	01.07	06.08		
СН 23-12	28.04	11.05	24.05	05.06	15.06	01.07	05.08		
СН 24-12	27.04	10.05	23.05	04.06	16.06	02.07	06.08		
СН51-11	28.04	10.05	24.05	05.06	16.06	02.07	06.08		
СН 206-07	28.04	11.05	23.05	04.06	14.06	30.06	04.08		
СН 65-08	28.04	11.05	24.05	05.06	15.06	01.07	05.08		
СН 69-08	28.04	10.05	24.05	06.06	17.06	04.07	09.08		
СН 1022-09	28.04	11.05	23.05	04.06	14.06	29.06	03.08		
СН 51-08	27.04	11.05	24.05	05.06	15.06	01.07	05.08		
СН 1397-10	27.04	11.05	23.05	04.06	13.06	28.06	03.08		
СН 6-11	28.04	11.05	24.05	05.06	14.06	29.06	04.08		
СН 983-09	28.04	10.05	24.05	04.06	16.06	01.07	05.08		
СН 990-09	28.04	11.05	23.05	04.06	14.06	29.06	03.08		
и.о. Дега	27.04	11.05	23.05	04.06	13.06	28.06	03.08		
СН 816-09	28.04	11.05	23.05	04.06	13.06	28.06	02.08		
СН 40-12	27.04	10.05	24.05	06.06	17.06	04.07	07.08		
СН 1014-09	28.04	11.05	23.05	05.06	14.06	29.06	04.08		

Динамика высоты растений сортов и сортообразцов люпина узколистного,
2014 г.

Сорт, сортообразец	Высота в среднем на 1 растение по фазам развития, см				
	нарастание листьев	ветвле- ние	бутона- ция	цвете- ние	образова- ние бобов
Кристалл, st.	14,0	23,7	31,5	45,3	52,1
Витязь	15,7	25,8	35,4	52,5	61,5
Радужный	13,8	22,2	30,0	48,3	56,4
Смена	16,9	28,1	39,7	54,7	63,8
Белозерный 110	15,1	25,4	35,6	53,4	61,0
Брянский 9-10	15,4	26,0	34,7	52,3	59,5
ФЛУ-65-08	16,9	27,5	40,3	55,6	64,3
СН 78-07	15,8	25,3	38,5	63,1	71,7
Кормовой 77-11	15,5	24,8	34,9	49,5	57,4
СН 140-10	13,4	22,4	30,6	43,5	51,0
ВНИИЛ 13-13	13,6	21,7	32,3	49,6	57,8
Брянский 14-12	13,1	21,5	28,8	42,2	48,9
Брянский 15	16,6	27,7	39,3	54,4	63,4
Узколистный 32-12	16,2	26,9	37,6	51,9	60,2
ФЛУ 33-12	16,5	27,3	38,2	54,2	62,7
Брянский 35-12	13,8	22,0	29,5	41,8	49,5
СН 33-05	14,7	23,8	31,8	44,2	52,7
Высокорослый 37-12	17,0	27,8	41,2	55,8	65,2
СН 30-10	14,5	24,3	33,7	51,1	58,9
СН 63-12	15,3	24,8	32,6	42,7	51,6
НСР ₀₅	1,3	1,2	1,3	1,4	1,4

Динамика высоты растений сортов и сортообразцов люпина
узколистного, 2015 г.

Сорт, сортообразец	Высота в среднем на 1 растение по фазам развития, см				
	нараста- ние ли- стьев	ветвление	бутони- зация	цветение	образова- ние бобов
Кристалл, st.	14,9	20,5	28,9	41,1	48,5
Витязь	13,8	20,2	30,4	39,5	50,7
Радужный	14,4	19,6	28,7	39,8	49,6
Смена	15,1	21,4	32,6	42,2	52,0
Белозерный 110	14,8	20,9	31,5	40,1	52,7
Брянский 9-10	15,7	22,5	32,0	43,5	54,5
ФЛУ-65-08	15,5	22,1	32,1	42,6	53,4
СН 78-07	16,5	22,9	33,5	42,9	65,7
Кормовой 77-11	14,6	19,8	30,7	41,6	51,0
СН 140-10	10,3	17,6	26,3	36,9	43,8
ВНИИЛ 13-13	10,8	17,1	25,9	36,4	44,6
Брянский 14-12	11,7	18,0	27,8	37,7	45,7
Брянский 15	16,8	23,7	34,3	44,8	55,3
Узколистный 32-12	17,4	24,9	35,1	46,0	55,9
ФЛУ 33-12	16,2	23,3	33,4	44,1	54,8
Брянский 35-12	11,5	18,2	26,6	37,2	45,1
СН 33-05	12,8	18,6	28,2	39,0	47,6
Высокорослый 37-12	17,3	24,5	35,6	47,7	56,2
СН 30-10	12,0	18,7	27,1	38,1	46,5
СН 63-12	13,4	19,2	27,6	38,5	47,2
НСР ₀₅	1,5	1,7	2,6	1,6	1,7

Динамика высоты растений сортов и сортообразцов люпина белого, 2014 г.

Сорт, сортообразец	Высота в среднем на 1 растение по фазам развития, см				
	нарастание листьев	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов
Дега, st.	16,7	25,3	37,9	55,2	71,9
Деснянский 2	14,8	23,2	35,0	51,0	66,4
Алый парус	18,6	30,2	46,4	67,1	86,3
СН 1677-10	17,0	24,7	36,2	53,0	69,4
СН 8-12	12,5	19,1	28,7	44,8	59,8
СН 23-12	13,0	18,3	25,5	40,1	53,3
СН 24-12	12,7	17,8	25,1	39,3	52,6
СН51-11	15,8	23,6	34,8	51,5	67,3
СН 206-07	13,6	19,7	28,0	43,2	57,7
СН 65-08	14,5	19,6	26,6	40,6	54,5
СН 69-08	16,3	24,3	36,5	53,5	69,8
СН 1022-09	11,8	16,8	23,1	36,6	53,2
СН 51-08	12,1	17,7	26,4	41,9	56,4
СН 1397-10	10,3	17,1	27,0	42,5	57,1
СН 6-11	16,2	24,7	37,1	54,2	70,6
СН 983-09	10,0	17,4	29,0	45,6	61,2
СН 990-09	13,3	18,3	24,8	38,2	51,0
и.о. Дега	11,4	17,7	27,3	43,3	58,5
СН 816-09	13,4	18,9	26,8	41,4	55,3
СН 40-12	17,9	25,1	35,5	52,7	68,7
СН 1014-09	11,8	20,3	31,0	47,3	62,8
НСР ₀₅	1,4	1,5	1,7	2,4	3,8

Динамика высоты растений сортов и сортообразцов люпина белого, 2015 г.

Сорт, сортообразец	Высота в среднем на 1 растение по фазам развития, см				
	нарастание листьев	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов
Дега, st.	16,9	24,5	32,5	40,0	51,2
Деснянский 2	16,5	25,4	31,9	39,7	50,8
Алый парус	18,3	27,0	34,8	46,4	58,6
СН 1677-10	18,5	26,6	35,7	42,0	53,1
СН 8-12	14,0	20,5	27,7	39,0	47,4
СН 23-12	14,5	22,0	28,9	37,8	48,5
СН 24-12	15,2	23,6	28,5	38,2	47,8
СН51-11	17,3	25,7	34,0	45,1	55,4
СН 206-07	16,0	23,8	31,3	40,3	50,6
СН 65-08	16,4	24,2	32,4	39,4	49,9
СН 69-08	18,2	26,3	35,9	43,8	52,3
СН 1022-09	12,5	18,7	26,6	34,5	45,2
СН 51-08	14,2	20,8	28,3	37,3	49,5
СН 1397-10	13,4	19,9	28,0	35,9	46,6
СН 6-11	17,8	26,1	34,5	42,2	51,7
СН 983-09	12,1	18,2	26,8	38,7	45,8
СН 990-09	15,5	22,3	30,3	35,3	48,7
и.о. Дега	13,7	19,4	27,3	37,0	46,9
СН 816-09	15,8	22,7	29,4	36,3	47,1
СН 40-12	17,1	24,9	30,6	38,8	50,2
СН 1014-09	12,7	18,0	26,1	36,6	46,0
НСР ₀₅	1,5	1,6	1,5	1,6	1,7

Урожайность сортов и сортообразцов люпина узколистного, 2014 г.

Сорт, сортообразец	Урожайность, г/м ²				
	повторности				средняя
	I	II	III	IV	
Кристалл, st.	203	216	186	235	210
Витязь	255	273	283	261	268
Радужный	315	293	302	282	298
Смена	348	358	334	340	345
Белозерный 110	347	362	338	369	354
Брянский 9-10	289	265	277	257	272
ФЛУ-65-08	216	204	223	237	220
СН 78-07	249	236	262	273	255
Кормовой 77-11	274	289	295	266	281
СН 140-10	335	307	314	320	319
ВНИИЛ 13-13	468	475	451	442	459
Брянский 14-12	242	261	268	249	255
Брянский 15	213	211	224	236	221
Узколистный 32-12	362	339	356	351	352
ФЛУ 33-12	259	271	246	252	257
Брянский 35-12	257	275	244	280	264
СН 33-05	176	157	168	151	163
Высокорослый 37-12	218	209	232	237	224
СН 30-10	108	127	138	111	121
СН 63-12	216	189	196	203	201

Урожайность сортов и сортообразцов люпина узколистного, 2015 г.

Сорт, сортообразец	Урожайность, г/м ²				
	повторности				средняя
	I	II	III	IV	
Кристалл, st.	173	184	155	144	164
Витязь	232	251	260	237	245
Радужный	253	231	239	221	236
Смена	257	266	243	250	254
Белозерный 110	271	287	263	295	279
Брянский 9-10	237	213	226	204	220
ФЛУ-65-08	184	173	192	207	189
СН 78-07	208	194	220	230	213
Кормовой 77-11	278	295	299	272	286
СН 140-10	282	254	257	271	266
ВНИИЛ 13-13	327	332	310	303	318
Брянский 14-12	163	183	187	171	176
Брянский 15	194	188	200	206	197
Узколистный 32-12	286	262	282	270	275
ФЛУ 33-12	253	264	240	247	251
Брянский 35-12	174	193	162	199	182
СН 33-05	124	105	118	97	111
Высокорослый 37-12	161	153	177	185	169
СН 30-10	55	73	84	56	67
СН 63-12	159	132	140	145	144

Урожайность сортов и сортообразцов люпина белого, 2014 г.

Сорт, сортообразец	Урожайность, г/м ²				
	повторности				средняя
	I	II	III	IV	
Дега, st.	382	386	403	395	392
Деснянский 2	390	369	408	356	381
Алый парус	383	399	413	436	408
СН 1677-10	341	338	369	370	355
СН 8-12	494	504	520	512	508
СН 23-12	410	437	475	452	444
СН 24-12	452	417	431	464	441
СН51-11	470	425	446	482	456
СН 206-07	438	421	412	433	426
СН 65-08	544	526	538	559	542
СН 69-08	435	427	421	438	430
СН 1022-09	358	365	390	382	374
СН 51-08	490	496	485	473	486
СН 1397-10	549	532	528	545	539
СН 6-11	514	548	507	533	526
СН 983-09	437	479	461	493	468
СН 990-09	555	551	546	535	547
и.о. Дега	484	474	489	466	478
СН 816-09	434	425	456	444	440
СН 40-12	440	433	449	425	437
СН 1014-09	380	386	365	354	371

НСР₀₅ – 23,0

Урожайность сортов и сортообразцов люпина белого, 2015 г.

Сорт, сортообразец	Урожайность, г/м ²				
	повторности				средняя
	I	II	III	IV	
Дега, ст.	322	295	314	289	305
Деснянский 2	320	311	330	343	326
Алый парус	347	358	372	339	354
СН 1677-10	332	305	311	320	317
СН 8-12	418	394	405	411	407
СН 23-12	386	399	370	361	379
СН 24-12	352	372	381	359	366
СН51-11	370	365	383	390	377
СН 206-07	355	335	343	327	340
СН 65-08	439	444	420	425	432
СН 69-08	391	400	383	406	395
СН 1022-09	310	285	299	278	293
СН 51-08	417	402	428	437	421
СН 1397-10	421	433	440	414	427
СН 6-11	446	422	428	456	438
СН 983-09	428	431	413	404	419
СН 990-09	432	450	456	442	445
и.о. Дега	412	407	419	426	416
СН 816-09	372	348	369	355	361
СН 40-12	402	412	387	399	400
СН 1014-09	303	321	290	326	310

Структура урожая сортов и сортообразцов люпина узколистного, 2014 г.

Сорт, сортообразец	Число бобов на 1 раст., шт.	Число семян на 1 раст., шт.	Масса семян с 1 раст., г	Масса 1000 семян, г
Кристалл, st.	6,4	19,4	3,0	154
Витязь	7,0	21,8	3,8	174
Радужный	7,8	24,8	4,4	177
Смена	7,2	26,4	4,7	178
Белозерный 110	6,8	26,6	4,9	184
Брянский 9-10	5,2	21,2	3,7	175
ФЛУ-65-08	5,6	19,0	3,1	163
СН 78-07	5,8	20,6	3,4	165
Кормовой 77-11	8,0	23,4	4,1	175
СН 140-10	8,2	24,6	4,4	178
ВНИИЛ 13-13	7,8	33,8	6,4	189
Брянский 14-12	6,0	20,4	3,4	167
Брянский 15	5,4	18,6	3,0	161
Узколистный 32-12	8,6	27,6	4,9	178
ФЛУ 33-12	7,4	22,4	3,7	165
Брянский 35-12	5,6	23,0	3,9	170
СН 33-05	4,8	16,4	2,4	146
Высокорослый 37-12	5,8	19,6	3,2	163
СН 30-10	3,6	13,4	1,9	141
СН 63-12	5,2	18,8	2,9	154

Структура урожая сортов и сортообразцов люпина узколистного, 2015 г.

Сорт, сортообразец	Число бобов на 1 раст., шт.	Число семян на 1 раст., шт.	Масса семян с 1 раст., г	Масса 1000 семян, г
Кристалл, st.	5,6	15,6	2,3	147
Витязь	6,0	23,2	3,5	151
Радужный	7,4	22,6	3,4	150
Смена	6,6	25,4	3,7	146
Белозерный 110	6,4	26,8	4,2	157
Брянский 9-10	5,0	19,6	3,2	163
ФЛУ-65-08	5,2	17,8	2,6	146
СН 78-07	4,8	18,8	3,0	160
Кормовой 77-11	7,6	26,4	4,1	155
СН 140-10	7,4	25,6	3,8	148
ВНИИЛ 13-13	6,6	27,2	4,8	176
Брянский 14-12	5,4	19,4	2,5	129
Брянский 15	5,0	20,6	2,8	136
Узколистный 32-12	7,4	25,4	4,0	157
ФЛУ 33-12	7,2	23,8	3,6	151
Брянский 35-12	4,4	18,2	2,7	148
СН 33-05	4,2	14,8	1,9	128
Высокорослый 37-12	5,2	20,4	2,8	137
СН 30-10	4,2	12,6	1,5	119
СН 63-12	4,6	15,0	2,3	153

Структура урожая сортов и сортообразцов люпина белого, 2014 г.

Сорт, сортообразец	Число бобов на 1 раст., шт.	Число семян с 1 раст., шт.	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г
Дега, st.	6,4	24,0	5,0	208
Деснянский 2	5,8	21,2	4,7	222
Алый парус	6,0	24,4	5,3	217
СН 1677-10	5,6	21,6	4,5	208
СН 8-12	7,0	28,2	6,5	230
СН 23-12	7,2	27,0	5,7	211
СН 24-12	8,0	29,2	5,6	192
СН51-11	5,8	22,8	5,9	259
СН 206-07	6,2	25,4	5,3	209
СН 65-08	7,8	31,2	7,2	231
СН 69-08	6,6	25,8	5,3	205
СН 1022-09	6,4	23,6	4,7	199
СН 51-08	7,4	30,0	6,3	210
СН 1397-10	6,6	28,4	6,8	239
СН 6-11	6,8	26,8	6,5	242
СН 983-09	6,4	24,6	5,9	240
СН 990-09	7,4	29,4	7,0	238
и.о. Дега	7,0	27,2	6,1	224
СН 816-09	7,2	26,4	5,6	212
СН 40-12	6,2	23,8	5,5	231
СН 1014-09	6,0	21,6	4,7	218

Структура урожая сортов и сортообразцов люпина белого, 2015 г.

Сорт, сортообразец	Число бобов на 1 раст., шт.	Число семян на 1 раст., шт.	Масса семян с 1 раст., г	Масса 1000 семян, г
Дега, st.	5,4	20,8	4,1	197
Деснянский 2	5,0	19,6	4,1	209
Алый парус	5,2	22,4	4,5	201
СН 1677-10	5,0	20,6	4,2	204
СН 8-12	5,8	24,8	5,3	214
СН 23-12	6,2	24,4	4,9	201
СН 24-12	6,8	26,0	4,6	177
СН51-11	5,2	21,0	5,0	238
СН 206-07	5,4	22,6	4,4	194
СН 65-08	6,2	26,4	5,5	208
СН 69-08	6,0	24,6	5,0	203
СН 1022-09	5,4	21,2	3,9	184
СН 51-08	6,4	27,4	5,5	201
СН 1397-10	5,6	25,2	5,6	222
СН 6-11	5,8	25,0	5,9	236
СН 983-09	5,6	23,4	5,4	231
СН 990-09	6,6	26,6	5,9	222
и.о. Дега	6,2	24,6	5,2	211
СН 816-09	5,8	23,8	4,7	197
СН 40-12	5,6	23,2	5,3	228
СН 1014-09	5,2	20,0	4,0	200

Качество семян сортов и сортообразцов люпина узколистного, 2014 г.

Сорт, сортообразец	Содержание, %		
	протеина	жира	алкалоидов
Кристалл, st.	37,4	3,4	0,058
Витязь	38,6	3,2	0,060
Радужный	36,6	3,3	0,049
Смена	37,4	3,5	0,058
Белозерный 110	36,0	3,1	0,054
Брянский 9-10	37,8	3,3	0,043
ФЛУ-65-08	37,4	3,0	0,085
СН 78-07	35,8	3,9	0,050
Кормовой 77-11	34,8	2,4	0,054
СН 140-10	37,1	3,1	0,031
ВНИИЛ 13-13	35,4	3,0	0,040
Брянский 14-12	37,1	2,9	0,039
Брянский 15	36,7	3,4	0,053
Узколистный 32-12	34,6	3,9	0,036
ФЛУ 33-12	33,2	3,6	0,036
Брянский 35-12	35,1	3,4	0,050
СН 33-05	36,5	3,4	0,054
Высокорослый 37-12	34,2	3,7	0,042
СН 30-10	33,7	3,0	0,048
СН 63-12	34,5	2,6	0,061

Качество семян сортов и сортообразцов люпина узколистного, 2015 г.

Сорт, сортообразец	Содержание, %		
	протеина	жира	алкалоидов
Кристалл, st.	33,4	4,0	0,131
Витязь	34,9	4,4	0,116
Радужный	34,5	5,0	0,135
Смена	34,2	4,2	0,124
Белозерный 110	33,8	3,7	0,101
Брянский 9-10	34,4	3,8	0,095
ФЛУ-65-08	34,4	4,4	0,071
СН 78-07	32,7	4,8	0,100
Кормовой 77-11	35,7	4,1	0,102
СН 140-10	34,4	4,3	0,064
ВНИИЛ 13-13	32,2	4,0	0,105
Брянский 14-12	33,8	3,9	0,090
Брянский 15	33,8	4,8	0,104
Узколистный 32-12	32,4	3,6	0,098
ФЛУ 33-12	31,6	3,8	0,089
Брянский 35-12	33,1	4,1	0,125
СН 33-05	33,0	3,7	0,121
Высокорослый 37-12	32,5	3,8	0,093
СН 30-10	33,9	4,1	0,126
СН 63-12	33,0	3,4	0,111

Качество семян сортов и сортообразцов люпина белого, 2014 г.

Сорт, сортообразец	Содержание, %		
	протеина	жира	алкалоидов
Дега, st.	38,0	7,1	0,106
Деснянский 2	38,3	8,3	0,103
Алый парус	38,8	8,0	0,070
СН 1677-10	38,6	8,1	0,076
СН 8-12	37,5	8,0	0,065
СН 23-12	37,5	7,0	0,067
СН 24-12	36,5	7,9	0,065
СН51-11	41,0	7,5	0,076
СН 206-07	39,4	7,6	0,075
СН 65-08	37,6	8,0	0,066
СН 69-08	34,8	8,2	0,066
СН 1022-09	40,1	7,6	0,085
СН 51-08	39,9	7,4	0,059
СН 1397-10	40,4	7,6	0,063
СН 6-11	38,1	7,3	0,133
СН 983-09	40,6	6,8	0,063
СН 990-09	39,8	7,1	0,132
и.о. Дега	38,9	7,1	0,149
СН 816-09	40,9	7,5	0,115
СН 40-12	38,6	7,7	0,161
СН 1014-09	40,4	7,7	0,114

Качество семян сортов и сортообразцов люпина белого, 2015 г.

Сорт, сортообразец	Содержание, %		
	протеина	жира	алкалоидов
Дега, st.	35,0	9,4	0,088
Деснянский 2	35,1	10,0	0,132
Алый парус	35,3	10,3	0,133
СН 1677-10	36,6	9,9	0,078
СН 8-12	34,3	8,6	0,073
СН 23-12	34,9	8,6	0,096
СН 24-12	33,4	9,0	0,088
СН51-11	36,6	9,0	0,085
СН 206-07	36,2	9,0	0,098
СН 65-08	34,9	9,4	0,094
СН 69-08	32,3	10,2	0,082
СН 1022-09	37,7	9,1	0,096
СН 51-08	36,1	8,7	0,080
СН 1397-10	37,9	9,1	0,086
СН 6-11	36,2	9,2	0,201
СН 983-09	37,1	9,3	0,089
СН 990-09	36,7	8,8	0,093
и.о. Дега	35,2	9,0	0,080
СН 816-09	36,6	9,2	0,086
СН 40-12	36,6	10,0	0,121
СН 1014-09	37,3	10,0	0,105

АКТ

внедрения в производство научно-технических разработок и передового опыта

1. **Наименование внедренного мероприятия** «Посев люпина белого сорта Дега с внесением полного минерального удобрения $N_{60}P_{60}K_{60}$ в комплексе с внескорневой подкормкой жидким удобрительным стимулирующим составом ЖУСС-2 (Cu – 32-40 г/л, Mo – 17-22 г/л) в дозе 2.0 л/га»
2. **Разработка внедрена при выполнении НИР**
«Формирование урожайности и качества семян люпина в зависимости от сорта и минеральных удобрений в лесостепи ЦЧР»
3. **Каким научным учреждением мероприятие предложено к внедрению**
Лаборатория селекции, семеноводства и растениеводства ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ
4. **Наименование хозяйства (организации), его адрес**
ЗАО «Бобравское» Ракитянского района Белгородской области, с. Бобрава
5. **Календарные сроки внедрения (начало-окончание)**
13 апреля 2015 г. – 15 августа 2015 г.
6. **Объем внедрения мероприятий (по плану и фактически) 25 га**
7. **Экономический эффект от внедрения на единицу (га) и на весь объем внедрения в рублях**
Производственные затраты на 1 га 18927 руб.
Стоимость продукции с 1 га 39450 руб.
Чистый доход с 1 га 20523 руб.
Чистый доход с площади внедрения 513075 руб.
8. **Долевое участие университета в полученном экономическом эффекте составляет** -
9. **Ф.И.О. и должность работников, ответственных за внедрение научной разработки от университета и хозяйства**
аспирант Куренская О.Ю., доктор с.-х. наук, профессор кафедры растениеводства, селекции и овощеводства Наумкин В.Н., генеральный директор ЗАО «Бобравское» Миронов И.Н.

Председатель комиссии:

Генеральный директор

ЗАО «Бобравское»

Главный бухгалтер

Ответственные за внедрение



И.Н. Миронов
О.Ю. Куренская
В.Н. Наумкин

Миронов И.Н.

- Антонова Л.С.

Куренская О.Ю.

Наумкин В.П.

Акт составлен «19» августа 2015 г.

АКТ

внедрения в производство научно-технических разработок и передового опыта

1. **Наименование внедренного мероприятия** «Посев люпина белого сорта Дега с внесением полного минерального удобрения $N_{60}P_{60}K_{60}$ в комплексе с внекорневой подкормкой жидким удобрительным стимулирующим составом ЖУСС-2 (Cu – 32-40 г/л, Mo – 17-22 г/л) в дозе 2.0 л/га»
 2. **Разработка внедрена при выполнении НИР**
«Формирование урожайности и качества семян люпина в зависимости от сорта и минеральных удобрений в лесостепи ЦЧР»
 3. **Каким научным учреждением мероприятие предложено к внедрению**
Лаборатория селекции, семеноводства и растениеводства ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина»
 4. **Наименование хозяйства (организации), его адрес**
ИП глава КФХ Драп И.И. Орловская область, Болховской район, д. Александровка – 2
 5. **Календарные сроки внедрения (начало-окончание)**
10 апреля 2015 г. – 18 августа 2015 г.
 6. **Объем внедрения мероприятий (по плану и фактически) 20 га**
 7. **Экономический эффект от внедрения на единицу (га) и на весь объем внедрения в рублях**
Производственные затраты на 1 га 18214 руб.
Стоимость продукции с 1 га 35550 руб.
Чистый доход с 1 га 17336 руб.
Чистый доход с площади внедрения 346720 руб.
 8. **Долевое участие университета в полученном экономическом эффекте составляет** -
-
9. **Ф.И.О. и должность работников, ответственных за внедрение научной разработки от университета и хозяйства**
аспирант Куренская О.Ю., доктор с.-х. наук, профессор кафедры растениеводства, селекции и овощеводства Наумкин В.Н., ИП глава КФХ Драп И.И.

Председатель комиссии:

ИП глава КФХ Драп И.И.

Главный бухгалтер

Ответственные за внедрение

Драп И.И.

Драп Л.А.

Куренская О.Ю.

Наумкин В.Н.

Акт составлен «21» августа 2015 г.