На правах рукописи

МУРАВЬЕВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ

СОРТОИЗУЧЕНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЮПИНА
В ЛЕСОСТЕПИ ЦЧР

Специальность: 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

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

Воронеж – 2013

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. РОЛЬ СОРТА, МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА РОСТ, РАЗВИТИЕ, ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЛЮПИНА (обзор литературы).....	10
1.1. Особенности роста и развития видов люпина, морфотипы, отношение к экологическим факторам среды	10
1.2. Влияние ризоторфина и минеральных удобрений на рост, развитие и продуктивность люпина	14
1.3. Применение микроэлементов и регуляторов роста на люпине....	25
2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	31
2.1. Краткая характеристика почвенно-климатических условий Белгородской области	31
2.2. Характеристика метеорологических условий в годы проведения исследований.....	33
2.3. Место проведения, программа и методика исследований.....	36
3. РОСТ, УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЛЮПИНА БЕЛОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ИНОКУЛЯЦИИ, МАКРО - И МИКРОУДОБРЕНИЙ, И РЕГУЛЯТОРА РОСТА.....	43
3.1. Динамика высоты и накопления массы воздушно-сухого вещества растениями в зависимости от инокуляции, удобрений и регулятора роста.....	44
3.2. Формирование и функционирование симбиотического аппарата люпина белого сорта Деснянский.....	49
3.3. Площадь листового аппарата и фотосинтетический потенциал агроценоза люпина белого сорта Деснянский.....	54
3.4. Урожайность, элементы структуры урожая и качество зерна люпина белого сорта Деснянский.....	58
3.5. Экономическая и биоэнергетическая эффективность агроприёмов возделывания люпина белого.....	68
4. ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НОВЫХ СОРТОВ И СОРТООБРАЗЦОВ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО И БЕЛОГО.....	72
4.1. Особенности роста и развития сортов и сортообразцов люпина узколистного и белого.....	73
4.2. Динамика высоты и накопления воздушно-сухой массы рас-	75

тений люпина узколистного и белого.....	
4.3. Урожайность, элементы ее структуры и адаптивность сортов и сортобразцов люпина узколистного и белого.....	85
4.4. Содержание и сбор белка и жира в зерне сортов и сортобраз- цов кормового люпина.....	96
4.5. Экономическая и биоэнергетическая эффективность производ- ства зерна кормового люпина.....	100
ВЫВОДЫ.....	108
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....	111
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	112
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	137

ВВЕДЕНИЕ

Обоснование темы исследований. Одной из актуальных проблем сельскохозяйственного производства во всех странах мира является увеличение производства растительного белка, основным источником которого являются зерновые бобовые культуры, ареалы, возделывания которых различаются в зависимости от агроэкологических условий, уровня потребления растительных белков и социальных проблем [50, 51, 196, 218].

Страны Европейского Союза являются крупнейшими импортерами продукции зернобобовых культур, которые используются в основном на корм животных. Как правило, в развивающихся странах увеличение производства растительного протеина необходимо, прежде всего, для покрытия потребностей в пищевом белке, а в индустриально развитых странах – для обеспечения высококачественным кормовым белком быстро развивающегося животноводства [12, 26, 77, 147, 169].

Высокая биологическая ценность – очень важная особенность белков зерновых бобовых культур. Исследования, проведенные ГНУ ВНИИЗБК показывают, что в них присутствуют все незаменимые аминокислоты, причем в количествах, достаточных для сбалансированного питания. При возделывании в условиях Нечерноземной зоны первое место по сумме восьми незаменимых аминокислот (треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, лизин и триптофан) занимает горох, люпин, соя, яровая вика, кормовые бобы [52].

По результатам многолетних исследований ГНУ ВНИИЗБК нельзя не считаться со значением зернобобовых культур как фактора биологической интенсификации растениеводства [52]. Симбиотический азот зерновых бобовых культур оказывает положительное влияние на гумус почвы [6, 100, 109, 113, 132].

Организация высокоинтенсивного кормопроизводства и решение белковой проблемы практически невозможны без повсеместного и эффективно-

го возделывания бобовых культур на больших площадях в конкретных условиях региона. Сложившиеся экономические условия, а также сложившиеся условия в стране диктуют необходимость широкого возделывания данных культур [64, 153, 171].

Ранее проведенными исследованиями было установлено, что культура люпина белого в Орловской, Тамбовской, Белгородской и других областях Центрально-Чернозёмного региона вполне возможна и целесообразна [25, 102, 103]. В ЦЧР в 2012 г. допущены к исследованиям семь сортов люпина белого, шесть – узколистного и три сорта желтого. Основные приемы возделывания люпина изучены и применяются на практике. Тем не менее, в агротехнологии производства зернокармового люпина появляются резервы для ее совершенствования, в связи с созданием новых сортов сортообразцов, препаратов и др. Возникшая необходимость дальнейшего изучения рациональных путей использования этих резервов для внедрения в сельскохозяйственное производство послужила основой при выборе темы наших исследований.

Актуальность исследований. Среди традиционных для России зернобобовых культур, таких как горох, вика, чечевица, однолетние виды люпина (*Lupinus luteus*, *L. angustifolius*, *L. albus*) следует рассматривать как относительно «новые» культуры кармового и пищевого использования [155,158].

В условиях биологизации земледелия новые сорта люпина, созданные Всероссийским НИИ люпина, НИИСХ ЦРНЗ и РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, позволяют существенно увеличить площади посева этой ценной культуры, и получать довольно хорошие урожаи зерна на территории Центрально-Черноземного региона России. Всестороннее изучение возделывания люпина белого и узколистного в Брянской, Орловской, Курской областях, в наших полевых опытах, проведенных на черноземе типичном Белгородской области, указывает на возможность в ближайшее время успешно возделывать его на зернофураж. Получать при благоприятных условиях высокие урожаи зерна – 2,5-3,5 т/га с содержанием белка 30,0-34,0 %, особен-

но на проблемных по окультуриванию и плодородию почвах, на которых экономически неоправданно возделывать горох и сою.

Расширению площадей посева люпина в Центрально – Чернозёмном регионе и получению высококачественного сбалансированного кормового белка препятствует недостаток информации о биологических особенностях культуры и пока еще слабая изученность экономически целесообразных агротехнических приёмов возделывания в конкретных почвенно-климатических условиях региона. Актуальность изучения внедрения белого люпина в производство ЦЧР бесспорна. Широкое внедрение кормового люпина в сельскохозяйственных предприятиях региона может быть осуществлено только после всестороннего изучения и совершенствования агротехнологии люпина, и прежде всего на основе использования новых высокопродуктивных сортов, инокуляции семян в сочетании с микроэлементами и регуляторами роста, и рационального применения минеральных удобрений.

Следует отметить, что эти вопросы, то есть влияние инокуляции семян штаммом *Rhizobium lupine 367^a* в комплексе с обработкой их микроэлементами (молибден и кобальт) и регулятором роста лариксином в сочетании с использованием минеральных удобрений на урожайность и качество семян люпина белого в условиях Центрально-Черноземного региона изучено не достаточно хорошо. Поэтому мы посвятили свои исследования решению этой современной и весьма актуальной задачи, что будет способствовать увеличению производства растительного белка и воспроизводству плодородия почвы.

Цель исследований – сортоизучение видов люпина и совершенствование приёмов технологии возделывания белого люпина на зерно в лесостепи ЦЧР.

Задачи исследований:

1. Выявить влияние ризоторфина, молибдена, кобальта, макроудобрений и регулятора роста (лариксин) на формирование фотосинтетического и

симбиотического аппарата растений люпина белого в условиях юго-западной части ЦЧР.

2. Установить особенности формирования урожая и качества зерна люпина белого при использовании инокуляции семян в комплексе с разными видами и сочетаниями микро-, макроудобрений и регулятором роста.

3. Провести сравнительную оценку формирования растений и семенной продуктивности новых сортов и сортообразцов люпина узколистного и белого, чтобы выявить наиболее урожайные из них и пригодные к возделыванию в ЦЧР.

4. Определить экономическую и биоэнергетическую эффективность основных агроприёмов возделывания люпина белого и узколистного в ЦЧР.

Научная новизна исследований. Впервые в условиях юго-западной части ЦЧР изучены новые сорта и сортообразцы люпина узколистного и белого, выведенных во ВНИИ люпина, выявлены их реакции на засушливые условия вегетации. Вскрыты закономерности влияния инокуляции семян люпиновым ризоторфином, действие видов минеральных удобрений, микроэлементов, регулятора роста на развитие и симбиотическую активность растений люпина белого, на формирование элементов продуктивности и качество урожая. Определена экономическая и биоэнергетическая эффективность изучаемых агроприёмов.

Практическая значимость работы. В результате сортоизучения выявлены высокопродуктивные сорта и сортообразцы люпина узколистного и белого, которые могут иметь значение для современного адаптивного земледелия и селекции.

Для высокоинтенсивного сорта люпина белого Деснянский в засушливых условиях при использовании инокуляции семян люпиновым ризоторфином в сочетании с микроэлементами молибденом и кобальтом и регулятором роста лариксином показана целесообразность применения азотных (N_{30}) удобрений в сочетании с калийными (K_{60}), а также азотных (N_{30}) с фосфорно-калийными ($P_{30}K_{60}$) удобрениями.

Производственная проверка, проведенная подтвердила эффективность внесения под люпин белый удобрений $N_{30}P_{30}K_{60}$ совместно с инокуляцией семян, микроэлементами и регулятором роста. Прибавка урожая зерна составила 0,50 т/га, прибыль – 6500 руб./га. Общий экономический эффект от внедрения составил 97,5 тыс. руб.

Основные защищаемые положения:

1. Предпосевная обработка семян люпина белого (сорт Деснянский) ризоторфином и регулятором роста, особенно в комплексе с макро- и микроудобрениями улучшает рост растений, активизирует их фотосинтетическую и азотфиксирующую деятельность, повышает урожай зерна до 1,91-2,34 т/га и сбор белка – до 670-870 кг/га.

2. В юго-западной части ЦЧР более урожайными и адаптивными являются сорта и сортообразцы люпина узколистного: Витязь, Радужный, СН 59-05, Высокослый 187-10, СН 107-08, СН 78-07, ФЛУ 65-08 и Тамир×Белозёрный 121 в/р, а также сортообразцы люпина белого: Деснянский (Р 2010), СН 206-07, АИФ 5049, СН 816-09 и СН-1022-09.

3. Возделывание лучших сортов и сортообразцов зернокармального люпина узколистного и белого обосновано получением высокой прибыли – соответственно от 22,6 до 26,3 тыс.руб./га и от 12,6 до 16,2 тыс.руб./га при уровне рентабельности 186,6-206,9% и 82,2-104,6 % и коэффициенте биоэнергетической эффективности 2,5-2,7 и 2,4-2,7.

Апробация работы. Результаты исследований доложены и обсуждены на международных научно-практических конференциях в ФГБОУ ВПО Белгородская ГСХА (2010-2013 гг.); ГНУ Белгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии (2012 г.) на заседании кафедры селекции, семеноводства и растениеводства, ученом совете агрономического факультета Белгородской ГСХА (2010-2013 гг.).

Публикации. По теме исследований опубликовано 8 научных работ, из них 4 – в изданиях из перечня ВАК.

Личный вклад. Автор диссертационной работы принимал участие в разработке программы и схемы исследований, лично проводил полевые опыты и лабораторные исследования, обработал и обобщил экспериментальные данные, изложил их в диссертации, автореферате и опубликованных статьях.

Доля его личного участия в исследованиях не менее 85%.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 168 страницах, состоит из введения, 4 глав, выводов, предложений производству. Содержит 31 таблицу, 10 рисунков, 43 приложения. Список литературы включает 232 источника, в том числе 40 иностранных авторов.

1. РОЛЬ СОРТА, МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА РОСТ, РАЗВИТИЕ, ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЛЮПИНА (обзор литературы)

1.1. Особенности роста и развития видов люпина, морфотипы, отношение к экологическим факторам среды

Люпин – древнейшее культурное растение, которое издавна возделывалось в странах Древнего мира – Египте, Греции, Римской империи. Использовали его для удобрения полей, а после обезгорчивания и создания малоалкалоидных и безалкалоидных видов и сортов – на кормовые и пищевые цели. История культуры люпина наиболее подробно описана в работах Н.И. Шарпова (1935), С. Барабацкого (1959), Н.А. Майсурия (1962, 1967, 1972), Г.Г. Гатаулиной (1987), И.П. Такунова (1996, 1997, 2005, 2007), Г.А. Дебелого (2009) и др.

Ещё Д.Н. Прянишников (1962) рекомендовал использовать люпин для улучшения кислых и бедных почв. Для производства высококачественных белковых концентрированных кормов и кормовых добавок на фоне низкой обеспеченности хозяйств ресурсами люпин может сыграть важную роль в повышении плодородия почвы [158].

Однолетние виды люпина и их распространение. Род люпина (*Lupinus* L.) насчитывает 850 видов, из которых наибольшее распространены три однолетних вида *L. albus*, *L. luteus* и *L. angustifolius*. Все они обладают ценными биологическими свойствами, поэтому приобретают все большее значение в кормопроизводстве, растениеводстве и земледелии, поскольку люпин способствует биологической интенсификации земледелия, улучшению продукционных и средообразующих процессов.

Культура люпина возникла в странах Средиземноморского бассейна. В древние времена основными культурными формами были некоторые разновидности белого люпина. Виды *L. luteus* и *L. angustifolius* были введены в

культуру более 100 лет назад и нашли распространение в странах Центральной Европы и прежде всего в Польше и Германии. С тех пор, когда немецкий селекционер Р. Зенгбуш обнаружил в 1927-1928 годах безалкалоидные мутанты началась история однолетних кормовых видов люпина [87].

По мнению И.П. Такунова (1996), достижения в селекции желтого и узколистного люпина, выразившиеся в создании малоалкалоидных сортов, способствовали росту посевных площадей в странах Европы и в России. С 1935 по 1940 годы площадь под люпинами в СССР увеличилась до 200 тыс. га, в 1949 посевы люпина за зерно и сидеральные цели достигли 568 тыс. га, а к 1959 году увеличились до 1132 тыс. га.

В СССР к началу 70-х годов посевы люпина занимали около 2 млн. га, из них 500 тыс. га на зерно. К сожалению, к концу 70-х годов люпин начал сильно поражаться фузариозом. Урожайность стала резко падать, начали сокращаться посевы и к 1999 году в России посевные площади со 179,3 тыс. га уменьшились до 39,9 тыс. га или в 4,5 раза, на Украине – в 5,4 раза, в Белоруссии – в 9 раз, в Литве – в 6,7 раза.

В последние годы XX столетия посевы различных видов люпина в мире составили 1412 тыс. га, благодаря созданию устойчивых к фузариозу сортов [160].

Потенциал узколистного люпина наиболее полно реализован и успешно реализуется в Австралии. Его посевные площади достигают около 1 млн. га. Почти вся продукция – это семена. Ежегодное производство зерна при урожайности 13,5 ц/га составляет около 1 млн. тонн [144].

На втором месте в мире по производству зерна узколистного люпина находится Республика Беларусь – соответственно 50,4 тыс. га и 63,5 тыс. тонн зерна при средней урожайности 12,6 ц/га, затем – Польша, страны Африки, Испания, Чили, Россия и Германия [196, 202]. Белый люпин широко возделывают в странах Европы и в Украине. В России его ареал в основном расположен в Брянской, Тамбовской и Курской областях.

Люпин и биологизация земледелия. Во многих странах, в том числе и в России вновь усилился интерес к люпину. Высокие цены на энергоносители, удобрения, гербициды и пестициды, а также обострение экологической обстановки, вынуждают сельскохозяйственных товаропроизводителей переходить на энергосберегающие технологии. В связи с тем, что продуктивность люпина в минимальной степени зависит от удобрений в определённых почвенно-климатических условиях, его значение резко возрастает, так как он обладает высокой средообразующей функцией, является хорошим предшественником для последующих культур севооборота, накапливая до 150-256 кг/га азота, что позволяет рассматривать люпин в качестве одной из основных культур в энергосберегающей биологизированной системе земледелия [158].

Запахивание зеленой массы люпина в качестве удобрения (сидерат), было известно древним римлянам [87].

Зеленая масса люпина, запаханная в почву по своему влиянию на урожай не уступает, действию навоза, внесенного в количестве 40-50 т на гектар, обогащает почву органическим веществом, повышает содержание в ней гумуса, значительно улучшает ее физико-химические и биологические свойства и плодородие в целом [40, 54]. Урожай зерна культуры севооборота, следующей за люпином, был не ниже, чем при внесении полной дозы минерального удобрения [188].

Отношение люпина к факторам жизни

Требования к теплу. Сравнительно много тепла требуется однолетним видам люпина на протяжении всего вегетационного периода. Наиболее требователен в этом отношении люпин белый, менее теплолюбив люпин узколистный. Благодаря селекционным достижениям продолжительность вегетационного периода у люпина узколистного сократилась до 85-90 суток, у желтого – до 105-110 суток, у белого – до 110-120 суток.

Оптимальные условия, обеспечивающие высокий урожай семян, складываются при среднесуточной температуре воздуха 15-17° С и 200-250 мм

осадков за период «всходы - хозяйственная спелость». Отклонения от выше указанных оптимальных величин приводят к снижению урожая.

Все люпины довольно устойчивы к низким температурам и свободно выдерживают заморозки около -5°C .

Требования к свету. Однолетние виды люпина растения длинного дня и реагируют на интенсивность освещения, но значительных различий между видами по данным А.И. Атабековой (1958) не установлено.

Наибольшая чувствительность люпина к освещённости отмечена в период образования бобов и налива семян [113]. В зависимости от типа стебля взаимозатенение в загущенных посевах (более 100-140 раст./м²) негативно сказывается на формировании генеративных органов [53, 124, 189].

Требования к влаге. Виды кормового люпина влаголюбивы. Наибольшие требования к влаге растения предъявляют в начальный период вегетации. В дальнейшем мощная корневая система, проникая глубоко в почву, дает возможность растениям добывать воду из глубины и тем самым меньше зависеть от условий атмосферного увлажнения [148]. Исследователями установлено два критических периода люпина по отношению к влаге – «посев – всходы» и «бутионизация – плодообразование» (до фазы блестящих бобов) [2, 10].

Требования к почве. Менее требовательны к почве сорта желтого люпина. Лучше всего он произрастает на легких суглинистых или супесчаных почвах. Узколистый люпин предпочитает более связные почвы с большей водоудерживающей способностью. На тяжелых глинистых почвах растет хуже. Из-за глубокого проникновения корня в почву узколистый люпин может страдать от грунтовых вод [127].

Наиболее требователен к почве люпин белый. Для него подходят связные, суглинистые или супесчаные черноземы, лессовые глины.

Требования, предъявляемые люпином к условиям питания, позволяют отнести его к культурам, хорошо использующим почвенное плодородие. В то же время необходимо учитывать, что для получения высоких урожаев зерна и зеленой массы люпин требует определенной системы удобрений [222, 226].

Симбиотическая азотфиксация. Одной из главных особенностей люпина является его способность фиксировать атмосферный азот при помощи специфических штаммов клубеньковых бактерий, присущих только ему. Являясь энергичным азотонакопителем, люпин независим от запасов азота в почве, что также выступает фактором слабой требовательности к почвенному плодородию [188].

Клубеньковые бактерии люпина, как и все почвенные микроорганизмы, очень чутко реагируют на изменение водно-воздушного и теплового режима почвы. Количество клубеньков, их масса, во многом зависят от условий развития корней растения-хозяина. Эффективность симбиоза определяется не столько плодородием почвы, сколько влажностью, температурой и ее аэрацией [180].

Требования люпина к содержанию кислорода и аэрации почвы связаны с тем, что клубеньковые бактерии образуются на корнях, расположенных в поверхностных слоях, а по мере углубления корневой системы их число снижается. Поэтому на тяжелых почвах с их слабой аэрацией люпин проявляет низкую азотфиксирующую активность и страдает от недостатка азота [198, 200].

1. 2. Влияние ризоторфина и минеральных удобрений на рост, развитие и продуктивность люпина

В последние 2-3 десятилетия интерес к биологической фиксации азота как показывает анализ научных публикаций, значительно возрос [1, 17, 48, 97, 203, 216]. Это связано не только с определяющей ролью этого процесса в азотном балансе биосферы, но и с возможностью сокращения объемов применения промышленного азота в технологиях выращивания полевых культур при биологизации земледелия, а также со стремлением снизить энергетические затраты на производство продукции растениеводства, и повысить рентабельность.

Из-за недостаточной изученности и недооценки производителями практической значимости процесса азотфиксации, использование штаммов клубеньковых бактерий, остаётся пока что на низком уровне. [150, 164].

Известно, что конечный результат работы азотфиксаторов в полевых условиях зависит от целого ряда факторов, основными из которых являются генотип растения, видовой состав и активность азотфиксирующих микроорганизмов, свойства почвы, водный и температурный режимы, а также уровень агротехники [65, 95].

Поэтому при изучении агрономических аспектов фиксации азота атмосферы необходим комплексный подход в изучении данного процесса с адаптацией мероприятий к зональным технологиям возделывания полевых культур для условий конкретного региона.

Важным фактором азотфиксации является фотосинтез, поскольку максимально эффективный симбиоз между клубеньковыми бактериями и растением-хозяином возможен тогда, когда в клубеньки поступает достаточное количество углеводов, образующихся при фотосинтезе, а азот клубеньков, усвоенный из воздуха транспортируется в растения [61, 139, 149].

При инокуляции площадь листовой поверхности, содержание хлорофилла и жёлтых пигментов в листьях сои увеличивается в большей степени, чем от внесения азота даже в повышенных дозах [39]. Для обеспечения оптимального углеводного питания азотфиксирующих бактерий необходим высокоразвитый высокоактивный фотосинтетический аппарат на ранних этапах развития растений. В поздние фазы развития связь между азотфиксирующей активностью клубеньковых бактерий и содержанием хлорофилла ослабевает [122].

Основным направлением работ по улучшению симбиоза бобовых культур должен быть тщательный подбор бактерий не только для конкретного вида, и сорта растений [134].

Одной из важных особенностей, которые определяют способность симбиотического аппарата бобовых культур к азотфиксации, является совмести-

мость клубеньковых бактерий с растением хозяином на генетическом уровне. Генетические отклонения в растениях или бактериях могут привести к потере способности образовывать клубеньки [164].

По азотофиксирующей активности сортов гороха установлена значительная внутривидовая изменчивость [4]. В связи с лучшей освещенностью растений, усатые формы гороха характеризуются более активной азотфиксацией [76].

По данным Географической сети опытов с препаратами diaзотрофов, доля влияния сорта люпина на эффективность инокуляции варьировала от 51 до 90% [163].

В результате исследований, в СССР проведённых ВНИИСХМ с 1965 по 1977 гг. была разработана технология производства торфяного препарата клубеньковых бактерий, получившая коммерческое название «ризоторфин» на нестерильном и гамма-стерилизованном торфе [74, 97, 125, 175].

Если бобовую культуру высевают на поле впервые, семена необходимо обязательно обрабатывать ризоторфином. Это особенно относится к таким культурам, как люпин, соя, фасоль, инокуляция которых на бедных азотом почвах повышает урожай иногда в 2-4 раза. Инокуляция может производиться как путём нанесения препарата на семена, так и путём внесения непосредственно в почву. В практике распространение получил первый способ, он более экономичен, вызывает раннее формирование клубеньков, локализуемых вокруг главного корня, что имеет критическое значение для азотфиксации в ранние фазы развития растений.

По данным многих исследователей, предпосевная обработка семян бактериальным удобрением на основе *Rhizobium lupine* стимулировала рост и развитие надземных органов, способствовала формированию и росту клубеньков, что в целом увеличивало не только семенную продуктивность, но и содержание протеина в семенах [23, 56, 91, 96, 119, 120, 123, 133, 177, 230].

Много исследований выполнено по подбору и комплексной оценке новых штаммов клубеньковых бактерий. В опытах ВНИИЗБК нитрагин, по-

лученный из ВНИИСХМ дал на люпине сорта Быстрорастущий - 4 прибавку урожая зерна 72,4 % при инокуляции штаммом 359а и 52,2 % при инокуляции штаммом 368а [179]. Таким образом, для повышения эффективности бобово-ризобияльного симбиоза очень важное значение имеет подбор наиболее вирулентного и комплиментарного штамма для местных почвенно-климатических условий и конкретного сорта. Так, при оценке 18 образцов люпина узколистного различного экогеографического происхождения, широко используемый штамм 363а был эффективен, прежде всего, на российских и польских сортах и не оказывал какого-либо воздействия при инокуляции им австралийских и палестинских сортов [211].

Неоднозначность результатов многих исследований связана ещё и с тем, что почва представляет для интродуцируемых растений чрезвычайно неоднородную среду. Количество бактерий, попадающих в почву из бактериальных препаратов довольно мало, по сравнению с популяцией аборигенных бактерий. Почвенное сообщество микроорганизмов за длительный период селекции, конкуренции и адаптации приспособилось к определённым нишам, имея преимущества перед определёнными микроорганизмами, которые потенциально могут занять те же ниши. Поэтому инокуляция высокоэффективными штаммами не всегда приводит к формированию клубеньков. Следовательно, конкурентоспособность и биологическая эффективность препарата будет определяться не только азотфиксирующей способностью штаммов клубеньковых бактерий, но также большим их количеством, наносимым перед посевом на семена.

Эффективность ризоторфина может быть увеличена за счет повышения титров клубеньковых бактерий в препарате с 2,5 до 5-6 млрд. клеток в 1 г, что не всегда достигается при производстве препарата в заводских условиях [175].

Следовательно, увеличение концентрации инокулируемых бактерий в препарате и использование вирулентных видо- и сортоспецифичных штам-

мов — единственный, по нашему мнению способ преодоления конкуренции со стороны местных популяций микроорганизмов.

Дефицит влаги в начале вегетации задерживает образование клубеньков, а иссушение почвенного слоя на глубине залегания семян снижает численность инокулирующих бактерий и даже приводит к их гибели. Поэтому в засушливые годы клубеньки не образуются, или формируются мелкие и неактивные [129, 131].

Первостепенное значение среди факторов, оказывающих влияние на продуктивность азотфиксации, принадлежит обеспеченности растений минеральным азотом. Известно, что как растения, так и микроорганизмы легко усваивают минеральный азот и с повышением его концентрации в среде активность симбиотической и ассоциативной азотфиксации, как правило, снижается.

Влияние минерального азота на симбиотические отношения очень разнообразно. В первую очередь это:

- уменьшение числа и массы клубеньков [80, 186];
- более позднее их образование, снижение активности нитрогеназы, фермента азотфиксации [227];
- повышение агрессивности неактивных штаммов бактерий, снижение количества продуктов фотосинтеза, поступающего в клубеньки [43] и др.

Азот минеральных удобрений хуже отвечает требованиям растений, чем симбиотически усвоенный [224].

Проведенные в различных почвенно-климатических условиях исследования информируют об отсутствии эффектов от применения азотных удобрений, свидетельствуют о том, что минеральный азот не дополняет, а замещает симбиотическую систему [62, 73, 114, 166, 205, 217].

Однако низкие концентрации азота стимулируют азотофиксирующую активность клубеньков люцерны, а высокие — ингибировали не только активность, но и образование клубеньков. При этом негативное влияние нитратной формы азота выражено в меньшей степени, чем аммонийной [22, 151].

На протяжении вегетации зерновые бобовые культуры меняют своё отношение к автотрофному и симбиотрофному типам питания азотом. Так, удобренные растения гороха увеличивают коэффициент азотфиксации с 30 до 50 %, сои - с 60 до 79 % от общего выноса элемента. Максимальная величина азотфиксации отмечена на вариантах внесения оптимальных доз фосфора и калия. Азотные удобрения (N_{30-50}) на фоне фосфорно-калийных стимулируют или ингибируют процесс фиксации азота ($>N_{50}$) [49].

Б.Ф. Садыков отмечает почти двукратное снижение азотфиксирующей активности у сои при внесении всего 35 кг/га минерального азота. Его исследованиями показано также, что с увеличением доз азота азотфиксирующая активность клубеньковых бактерий снижается более быстрыми темпами, чем число и масса клубеньков [143].

У различных культур отмечена различная реакция на внесение минерального азота. Так, при внесении N_{60} уровень усвоения биологического азота снижается у люпина на 40-50 %, у гороха на 25-30 %, у сои на 15-20 % [68].

На светло-каштановой почве Поволжья внесение N_{90} не ингибирует азотфиксацию у сои, а максимальный эффект был получен при совместном применении нитрагина и азотного удобрения. Негативное влияние минерального азота при этом наблюдалось при его концентрации около 100 мг на 100 г субстрата [32].

От запаса доступных питательных веществ в почве зависит интенсивность фотосинтеза, а от него зависит интенсивность азотфиксации. В связи с этим, обогащение почв, обладающих низким естественным плодородием путём внесения основных элементов питания, в том числе и азота, должно стимулировать процесс азотфиксации, увеличивать поступление азота в растения и их продуктивность.

До настоящего времени нет единого мнения не только о дозах вообще, но и о целесообразности внесения минерального азота под зернобобовые культуры. По данным одних исследователей, азотные удобрения повышают

урожайность зернобобовых, других – не изменяют её, третьих – даже уменьшают, оказывая угнетающее действие на развитие клубеньков.

Для люпина в нормальных условиях развития симбиотический азот имеет преимущественное значение, вместе с тем, не менее 20 % потребности в азоте люпин обеспечивает за счёт ассимиляции почвенного азота [46, 115, 167, 200].

Многие ученые рекомендуют вносить 40-60 кг азота, как обязательный элемент технологии возделывания зерновых бобовых культур [42, 55, 58, 104]. Существуют такие же рекомендации и при возделывании люпина, так как, потребление люпином азота начинается с фазы розетки, когда азотфиксация ещё незначительна, а недостаток азота в этот период сдерживает развитие ассимиляционной поверхности у растений [13, 142]. М.М.Гукова (1977) сообщает, что в фазе розетки, люпин потребляет половину минерального азота от общего выноса и его недостаток резко ограничивает величину конуса нарастания.

При внесении азота в дозе 20-60 кг/га развитие клубеньков протекает так же, как и на контроле, без применения азотных удобрений, но более интенсивно идёт нарастание вегетативной биомассы. На контроле масса 10 растений в фазе сизого боба составляла 380 г, то на варианте N₆₀ – 518 г. За счет применения азотных удобрений под люпин повысилась урожайность зелёной массы и содержание в ней протеина, что дало авторам основание рекомендовать внесение под люпин минеральный азот в дозах 20-60 кг/га [142].

Доза 30 кг/га оказалась наиболее оптимальной, обеспечившей хорошую отзывчивость люпина на азотные удобрения [210]. Примерно такие же данные получил в полевых опытах в Опаве (Чехословакия) К.Крибек (1979) при внесении под люпин доз азота 30-60 кг/га. С увеличением дозы эффективность азотных удобрений уменьшалась, при этом наибольшая окупаемость 1 кг азота урожаем зерна достигнута при 30 кг/га.

В 1979-1983 гг. на агрономической станции INRA в Дижоне (Франция) в полевых опытах изучали влияние азотных удобрений и инокуляции семян

бактериями *Rhizobium lupini* на сбор сухого вещества и азота у люпина. При инокуляции удобрения не влияли на продуктивность (около 10 т/га сухого вещества), динамику накопления N (около 300 кг/га), однако доля симбиотического азота понижалась с 80 % без N до 40-50 % при N₆₀. С ростом дозы азота без инокуляции семян ризобиями продуктивность увеличивалась с 6 до 10 т/га сухого вещества. Доля симбиотического азота уменьшалась с 70 до 25 %. Без удобрений сбор зерна после инокуляции был вдвое больше (4 против 2 т/га), а при N₆₀ – остался на уровне 3,5 т/га [199]. Отмечено положительное влияние небольших доз азотных удобрений на рост, развитие люпина, урожайность и качество зерна [206].

В опытах с люпином белым египетскими учеными получены несколько иные результаты. Так, в полевых опытах на вновь осваиваемых землях возделывали 6 сортов люпина белого, вносили различные дозы азотных удобрений, проводили инокуляцию. Было установлено, что азотные удобрения значительно ослабляли образование корневых клубеньков, но повышали урожай семян и биомассы в сравнении с контрольным вариантом. Инокуляция семян отдельно без внесения азотных удобрений усиливала рост растений всех сортов, повышала урожай семян и соломы. Отмечают, что особенно эффективна инокуляция ризобиями там, где люпин ранее не возделывался [219].

Следует отметить важную закономерность – чем больше доза азота, тем сильнее его депрессирующее действие на симбиотическую азотфиксацию. Зерновые бобовые культуры, в том числе и люпин весьма агрессивны в отношении азота. Они потребляют его на всех этапах органогенеза, независимо от интенсивности азотфиксации. Потребление минерального азота указывает на то, что бобовые растения предпочитают минеральный, а не симбиотрофный тип азотного питания в определённых условиях среды. Установлено что, потребляемый растениями азот, активно включается в метаболизм, вызывает депрессию симбиотической азотфиксации пропорционально внесённой дозе [167].

Из вышесказанного следует, что можно думать о несовместимости активной азотфиксации с внесением минеральных азотных удобрений, однако возникает вопрос: почему в ряде опытов люпин (и другие бобовые) показали положительную реакцию на минеральный азот. Главным образом потому, что не создавались условия, оптимальные для азотфиксации. Очевидно причиной, разногласия учёных является проведение опытов на различных почвах, с неодинаковой реакцией среды, механическим составом, разной обеспеченностью азотом и другими макро и микроэлементами, в разных почвенно-климатических зонах и погодных условиях.

Вопрос о целесообразности внесения под люпин фосфорно-калийных удобрений не вызывает таких разногласий, как азотных. Их количество зависит в основном от содержания фосфора и калия в почве и планируемого урожая. Фосфор более интенсивно люпин узколистный усваивает из почвы и удобрений ко времени налива зерна [10]. В работах многих ученых отмечена высокая усваивающая способность корневой системой люпина по отношению к элементам питания и особенно фосфору. Более того установлено, что люпин способен усваивать фосфор из труднодоступных почвенных соединений и переводить его в доступные формы для последующих культур [2, 7, 36, 118, 137].

Такая способность корней люпина связана с высокой катионной и анионообменной способностью корней люпина [35].

Выделяя особые вещества корневой системой люпин, растворяет почвенные соединения фосфора, посредством усиления активности почвенной микрофлоры в зоне действия корней [3, 9]. Высокая концентрация лимонной кислоты в корневых выделениях люпина как считают американские учёные университета штата Висконсин, обуславливает доступность фосфора для данной культуры [194].

Однако это не значит, что не следует вносить фосфорные удобрения. Эффективность их, как правило, зависит от наличия фосфора в почве, влажности, интенсивности микробиологических процессов. Так, например, на

дерново-подзолистых почвах с низким содержанием подвижного фосфора внесение удобрений в дозе 60 кг/га повышало урожай зерна на 12%, а на чернозёме прибавка составляла 2,6 % [16, 29, 45].

Эффект положительного действия от фосфорных удобрений на почвах с его низким содержанием зафиксирован в исследованиях С.А.Семёнова (1970), В.Олейника, В.Дынника (1981) и австралийских учёных (Garside A., 1975, Jackson K.I. at. al., 1986, Bolland M.D., Paunter B.N., Baker M.S., 1989, Sweetingham M., 1990).

На плодородных почвах, с достаточной обеспеченностью доступных форм фосфора применение фосфорных удобрений не обеспечивает должного эффекта. По данным ряда опытов, люпин хорошо использует фосфор из любой формы фосфорных удобрений, но в некоторых случаях наблюдалась более высокая эффективность фосфоритной муки в сравнении с суперфосфатом [165, 193, 220].

Наибольшие требования среди зерновых бобовых культур люпин предъявляет к калию, но в отличие от фосфора усваивает его из почвы слабее. Калий выполняет различные физиологические функции в растениях люпина: ускоряет созревание, улучшает деятельность симбиотического аппарата, регулирует образование пластических веществ и ферментов, а также поступление фосфора в растение [34, 106, 121]. Также калий уменьшает образование алкалоидов и регулирует их распределение по органам растения [30, 93, 221].

Результативность внесения калийного удобрения, так же как и фосфорного зависит от его содержания в почве. В исследованиях ВНИИ люпина на серых лесных почвах с содержанием K_2O 13-15 мг/100 г почвы внесение калийного удобрения в дозе 60 кг/га дало прирост урожая зерна на 2,2-3,5 ц/га по сравнению с контролем [159]. Увеличение урожая от внесения калийных удобрений отмечены и в исследованиях И.Г. Стрелкова, В.Л. Евдокименко (1967), И.П. Проскуры (1974), А.И. Москалёва, Л.К. Тулинова (1987), A.L. Almedia (1986). Немаловажное значение имеет форма удобрения.

Под люпин более предпочтительны бесхлоровые формы калийных удобрений, такие как сернокислый калий, калиймагнезия [106, 107, 168].

Следует отметить, что большее положительное влияние фосфорных и калийных удобрений в большинстве полевых опытов наблюдается при их совместном внесении. Это проявилось в результатах многочисленных опытов как отечественных, так и зарубежных исследователей. В большинстве рекомендаций производству средние дозы фосфорно-калийных удобрений составляют: фосфора – от 20 до 60, калия – 40 - 90 кг/га [16, 27, 192, 207, 209, 223, 228].

В ряде исследований при внесении высоких доз фосфорно-калийных удобрений (P_2O_5 – 80-100, K_2O – 120-150 кг/га) получена максимальная прибавка урожая зерна и зелёной массы люпина [101, 191, 197, 213, 214, 229].

В экспериментальном хозяйстве Судогодской опытной станции Владимирской области наиболее эффективной была доза $P_{60}K_{60}$. Урожайность зависела от соотношения этих элементов в почве. Наиболее приемлемо соотношение фосфора и калия в почве для люпина 1:2 [101].

Установлено, что, благодаря особенностям корневой системы, люпин хорошо использует последствие элементов питания, внесенных под предшественник. Поэтому многие ученые считают целесообразным внесение фосфорно-калийных удобрений под предшественник люпина или под одну из культур севооборота с люпином [28, 136, 167, 215].

На суглинистых почвах можно вносить фосфорно-калийные удобрения, как под основную обработку, так и непосредственно перед посевом [146]. На почвах лёгкого гранулометрического состава рекомендуется предпосевное внесение удобрений [66].

Таким образом, результаты экспериментальных исследований по эффективности минеральных удобрений на люпине показали, что их влияние на продукционный процесс и работу симбиотического аппарата опосредовано через почву. Поэтому судить об эффективных приёмах использования такого фактора интенсификации, как удобрения и давать рекомендации можно

только с учетом плодородия и особенностей для конкретной почвы. Необходимость внесения удобрений нужно устанавливать в каждом конкретном случае в зависимости не только от почвенных, но и многих других условий.

1.3. Применение микроэлементов и регуляторов роста на люпине

Наличие микроэлементов, таких как бор, кобальт и молибден благоприятно влияет на формирование клубеньков бобовых растений, в том числе и люпина. Наиболее эффективны молибден – микроэлемент, участвующий в азотном обмене растений. Он входит в состав нитрогеназы — фермента, ускоряющего процесс биологической фиксации азота атмосферы, будучи составной частью фермента нитратредуктазы, участвующего в восстановлении нитратов до нитритов. Участие молибдена в фиксации атмосферного азота объясняет его особое значение для роста и развития бобовых культур.

В ряде исследований выявлена высокая отзывчивость растений люпина на применение Мо, Со, В и некоторых других микроэлементов [14, 38, 70, 126, 138, 204].

Опытным путём на поле кафедры растениеводства БГСХА 1977-1979 гг. установлено, что совместное внесение в почву Zn в сочетании с В и Мо в дозе 2 кг/га каждого микроэлемента, а также Со (1,5 т/га) с В и Мо (по 2 кг/га) повышало семенную продуктивность на 5,3-5,5 ц/га (на 24,8-28,2 % больше по сравнению с контролем). Внесение В и Мо по 2 кг/га увеличило урожай на 4,3 ц/га. При раздельном применении микроэлементов их действие на семенную продуктивность проявилось в увеличении количества бобов, семян в бобе и массе семян на растении. Прибавка урожая 2,8-2,9 ц/га отмечена при использовании бора. От применения Мо урожай увеличился на 6,5-8,2%, Со (1,5 кг/га) и Zn (2 кг/га) – 5,2-6,7 % [101].

Применение дополнительного внесения молибдата 0,3 кг/га на серой лесной почве в полевых опытах ВНИИ люпина при содержании молибдена 0,16 мг/кг почвы, увеличивало массу клубеньков на корнях люпина в фазе сизых бобов на 16 % по сравнению с РК – фоном [159]. Наиболее действенным и экономически выгодным способом применения молибденового удобрения является предпосевная обработка семян [105].

Молибден стимулирует образование легоглобина, усиливая фиксацию азота клубеньками, и улучшает формирование плодов и семян [47]. Бор наряду с калием увеличивает оводненность тканей и интенсивность фотосинтеза [187].

Урожайность зелёной массы жёлтого люпина сорта Кастрычник и люпина узколистного сорта Ладный в исследованиях Российского ГАЗУ без применения Мо составила 489,7 и 327,0, при применении Мо – 524,7 и 354,0 ц/га, урожай семян без Мо – 7,3 и 7,8, с Мо – 14,4 и 10,8 ц/га [44].

В конце XX столетия вышли в свет многочисленные публикации с результатами экспериментальных исследований, посвященных вопросам физиологии устойчивости растений и способам ее повышения с применением регуляторов роста и развития [170, 172, 173, 174]. Было показано, что путем воздействия регуляторов роста можно изменить темпы роста и развития растений, влиять на урожайность, изменять биохимические показатели. Новые эффективные препараты, выделенные из растительного сырья представляют несомненный интерес для экологически безопасного, экономически целесообразного растениеводства.

Термин фитогормон ранее относился только к ауксину. Вскоре появились и другие – гиббереллин или гиббереллиновая кислота (ГК), этилен, цитокинин и абсцизовая кислота (АБК). У каждой группы веществ имеются специфические особенности, которые влияют на рост и деление клеток, процессы адаптации и старения, транспорт веществ, дыхание, синтез нуклеиновых кислот и белков и на многие другие процессы [99].

В настоящее время в мире обнаружено около 5000 соединений химического, микробного и растительного происхождения, обладающих регуляторным действием, из них практическое применение нашли около 50. Созданы химическим путем и используются известные фитогормоны групп ауксинов, гиббереллинов, цитокининов и др. Однако с поиск физиологически активных веществ, структурно близких к эндогенным фитогормонам, продолжается.

Получили распространение, и нашли широкое применение в практическом растениеводстве в качестве регуляторов роста, антистрессовых агентов биорегуляторы на основе гибберелловой, индолилуксусной, арахидоновой, три-терпеновых, гуминовых кислот, брассинолида, а также сбалансированных многокомпонентных систем физиологически активных веществ, состоящих из белков, аминокислот, органических кислот, витаминов, фитогормонов, и других соединений.

Существенное влияние регуляторы оказывали на проростки семян зерновых и зернобобовых культур, на фотосинтетическую деятельность, устойчивость к болезням и вредителям, урожайность и качество продукции [19, 21, 59, 79, 90, 111, 181].

подавляющее большинство разрабатываемых и применяемых синтетических регуляторов роста растений относятся:

- 1) к аналогам ауксина и препаратам, связанным с метаболизмом ауксинов и реализацией их физиологической активности;
- 2) к аналогам гиббереллина и препаратам, связанным с метаболизмом и реализацией фитогормонального эффекта гиббереллинов;
- 3) к препаратам, связанным с обменом этилена (этиленпродуценты, ингибиторы этилена);
- 4) к цитокининам и цитокинин – подобным регуляторам роста и развития растений;
- 5) к активаторам и ингибиторам метаболизма (стимуляторы дыхания, фотосинтеза, ингибиторы синтеза каротиноидов, хлорофилла др.).

Такое разделение условно, особенно для регуляторов метаболизма, механизм действия которых наиболее сложен в идентификации [5, 20, 63, 72, 99, 108, 116, 140, 141, 183, 184].

В значимых в экономическом плане масштабах ценную группу регуляторов представляют ретарданты. Это вещества синтетического происхождения, которые, попадая в растение, замедляют вегетативный рост, что приводит к укорачиванию стебля, расширению листовых пластинок и усилению интенсивности их зелёной окраски, а также увеличивают корневую систему. В оптимизированных дозах отрицательного влияния на репродуктивные функции растения не отмечено. На фотосинтез и дыхание растений ретарданты не оказывают отрицательного воздействия, сдерживают чрезмерный расход воды, тем самым обеспечивая более благоприятный водный режим растений [11, 18].

Урожайность люпина можно повысить предпосевной обработкой семян биологически активными веществами, выделенными из проростков семян зерновых культур, такой приём повышал урожайность жёлтого люпина на 19-22%, узколистного – 10-18 %. При совместном использовании инокуляции семян данный приём повышал урожайность до 31-35% и 17-23% соответственно [161, 162].

В Витебской области из изученных биологических препаратов наиболее эффективными были Агат 25 К и смесь сапронита с фитостимофосом. Применение сапронита увеличило число клубеньков на 28,2-35,9 %. Урожай зерна жёлтого люпина в среднем за два года увеличился на 0,28-0,51 т/га, люпина узколистного – на 0,21-0,32 т/га [67].

Наиболее благоприятное влияние на урожайность и качество зерна люпина оказывает комплексное использование бактериального удобрения, микроудобрений и регуляторов роста. В исследованиях Ставропольского СХИ в 1988 – 1990 гг. в колхозе им. Буденного Предгорного района, наибольшая урожайность белого люпина отмечалась в вариантах с применением ризо-

торфина в сочетании с молибденовокислым аммонием в дозе 58 г на гектарную норму семян [117].

В. Г. Тарануха (1992), наиболее эффективными приемами считает своевременную обработку семян бенлатом, ризоторфином и микроэлементами В и Мо. Аналогичные данные приводят и другие исследователи [57, 60, 94, 120].

На основании вышеизложенного можно заключить, что, используя адаптивный потенциал вида и сорта люпина в комплексе с наиболее вирулентным и эффективным штаммом клубеньковых бактерий, применяя минеральные макро- и микроудобрения и регуляторы роста, процессом симбиотической азотфиксации, а следовательно и продуктивностью растений в известной мере можно управлять. Если в штамме ризосферных бактерий создана определённая плотность популяции микроорганизмов, способных в течение определённого времени стимулировать рост растений и повышать урожайность, несмотря на конкуренцию со стороны аборигенных бактерий, то инокуляцию можно считать удачной.

Однако этот приём не позволяет решить многие проблемы. Наряду с инокуляцией большое значение имеет комплекс почвенных условий и агротехнических мероприятий. Уметь оптимизировать этот комплекс в интересах как усиления азотфиксации, так и повышения урожая – первостепенная задача современных технологий возделывания зерновых бобовых культур.

Таким образом, обзор литературных источников свидетельствует о возрастающей роли люпина в решении проблемы производства растительного белка в адаптивном растениеводстве. Кормовой люпин можно успешно возделывать с учетом конкретных почвенно-климатических условий региона, сочетая комплексное применение инокуляции семян, минеральных удобрений, микроэлементов и регуляторов роста, получая высокий урожай семян хорошего качества. Благодаря селекционным достижениям, появились новые высокопродуктивные сорта и формы люпина узколистного и белого, в том числе скороспелые с детерминацией на главном побеге. Особенности роста,

развития растений и агротехнология таких сортов в условиях юго-западной части Центрально-Черноземного региона изучены недостаточно. Это и побудило нас к изучению оптимизации процессов формирования урожая кормовых сортов люпина узколистного и белого в юго-западной части ЦЧР путем сортоизучения и совершенствования агротехнологии возделывания.

2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Краткая характеристика почвенно-климатических условий

Белгородской области

Площадь территории Белгородской области составляет на 2713,4 тыс.га. Область является одной из важнейших составляющих частей Центрально-Чернозёмного региона Российской Федерации. Основную площадь (75 %) занимает лесостепная зона, которая представлена чернозёмами типичными, выщелоченными и серыми лесными почвами. В степной зоне (25% территории), где расположены чернозёмы обыкновенные, карбонатные, остаточно-карбонатные (меловые) и солонцеватые. Встречаются также чернозёмно-луговые, пойменные луговые, болотные и балочные почвы, как в степной, так и в лесостепной зонах.

Преимущественно встречающимися почвообразующими породами на территории области являются лёссовидные суглинки и глины (2202,6 тыс. га), менее распространены покровные и палеоген-неогеновые глины (97 тыс.га), элювий мела (97,6 тыс.га), аллювиальных и делювиальных отложений (249 тыс.га), песков и супесей (59,9 тыс.га).

Рельеф области представлен южными и юго-западными отрогами Среднерусской возвышенности, где доминирует склоновый тип местности.

Распаханность территории в настоящее время очень большая и составляет 75 % от общей площади.

Флористический покров области представлен естественными и культурными формациями с огромным многообразием видов. Площадь лесов охватывает около 10 % территории.

Климат области умеренно континентальный с теплым летом и сравнительно холодной зимой. Общая континентальность территории возрастает с юго-запада на северо-восток. По среднемноголетним данным, вегетационный период продолжается 187-197 суток. Безморозный период составляет в

среднем от 154 до 163 суток. Самый теплый месяц – июль, самый холодный – январь. Средняя температура воздуха июля составляет 18,3-21,2⁰С, а января – от – 9,2 до –7,8⁰С. Зимой часто наблюдаются оттепели. Продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха выше 0⁰С составляет 231 сут., выше 5⁰С – 190 сут., выше 10⁰С – 154 сут. Среднегодовая температура воздуха составляет 6,4⁰С, сумма эффективных температур выше 10⁰С достигает 2507⁰С.

Характерно неравномерное распределение осадков, которое определяется формой рельефа. Годовое их количество колеблется в пределах 467-540 мм. Наибольшее количество осадков выпадает в западных и северных районах области. По мере продвижения с запада на восток количество осадков постепенно уменьшается. В теплый период выпадает 240-290 мм осадков. Гидротермический коэффициент за период вегетации (апрель-сентябрь) равен 1,0.

Устойчивый снежный покров в центральных районах Белгородской области держится в течение 102 сут., образуется во второй декаде декабря и разрушается в середине марта. Высота снежного покрова обычно составляет 12-19 см. Господствующее направление ветров: зимой – восточное, летом – западное.

Несмотря на то, что Центрально-Черноземный регион относится к зоне рискованного земледелия, в общей сложности почвенно-климатические условия Белгородской области благоприятны для возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и люпина. В дальнейшем, для получения высоких и стабильных урожаев хорошего качества, необходимо использовать в полной мере селекционные достижения, совершенствовать технологии возделывания культур, адаптируя их к местным агроландшафтным, погодным и почвенно-климатическим условиям конкретного района.

2.2. Характеристика метеорологических условий в годы проведения исследований

Формирование высокого урожая растений люпина находится в прямой зависимости от агроклиматических условий вегетационного периода. Метеорологические условия во все годы проведения исследований (2010-2013 гг.) характеризовались жаркой и сухой погодой, которые по-разному влияли на рост, развитие и продуктивность растений люпина.

Наблюдался дефицит выпавших осадков на фоне высоких среднесуточных температур. Данные условия отражали особенности климата Белгородской области (табл. 1, 2).

Таблица 1 – Среднемесячная температура воздуха в годы проведения исследований (по данным АМП Белгород)

Месяц	Декада	Температура воздуха, °С					Отклонение от среднемноголетней, °С			
		2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средне-много-летняя	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Апрель	1	5,5	8,5	4,2	7,1	3,9	+1,6	+4,6	+0,3	+3,2
	2	7,9	10,4	5,3	13,1	6,8	+1,1	+3,6	+1,5	+6,3
	3	11,4	10,4	13,6	18,3	10,0	+1,4	+0,4	+3,6	+8,3
Май	1	14,0	14,0	14,7	19,0	13,3	+0,7	+0,7	+1,4	+5,7
	2	12,3	12,3	16,1	19,8	14,9	-2,6	-2,6	+1,2	+4,9
	3	16,8	16,8	19,9	17,1	15,6	+1,2	+1,2	+4,3	+1,5
Июнь	1	19,8	20,8	20,7	17,7	17,3	+2,5	+3,5	+3,4	+0,4
	2	19,2	21,5	21,0	22,9	17,6	+1,6	+3,9	+3,4	+5,3
	3	23,7	24,6	18,5	19,6	18,9	+4,8	+5,7	-0,4	+0,7
Июль	1	18,2	22,8	20,3	24,0	19,1	-0,9	+3,7	+1,2	+4,9
	2	25,2	26,5	23,8	22,0	20,5	+4,7	+6,0	+3,3	+1,5
	3	20,9	26,5	23,4	23,0	20,0	+0,9	+6,5	+3,4	+3,0
Август	1	18,2	30,4	19,5	25,2	20,0	-1,8	+10,4	-0,5	+5,2
	2	18,8	26,5	21,8	19,0	19,0	-0,2	+7,5	+2,8	0
За период вегетации		16,6	19,4	17,3	19,1	15,4	+1,1	+3,9	+2,1	+3,6

Учитывая имеющиеся существенные отклонения, погодные условия в период проведения исследований в целом типичны для Белгородской области и их следует считать удовлетворительными для возделывания кормового люпина.

Вегетационный период 2010 года был самым засушливым и неблагоприятным, отличался жесткими условиями для роста и развития растений люпина, средняя температура воздуха за вегетационный период составила 19,4⁰С и была на 4,0⁰С выше среднемноголетней.

Таблица 2 – Подекадная и среднемесячная сумма атмосферных осадков за годы проведения исследований (по данным АМП Белгород)

Месяц	Декада	Подекадная и месячная сумма осадков, мм					Отклонение от среднемноголетней нормы, мм			
		2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	среднемноголетняя	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Апрель	1	2,4	7,0	13,1	13,4	13,0	-10,6	-6,0	+0,1	+0,4
	2	3,3	8,1	10,6	1,8	14,0	-10,7	-5,9	-3,4	-12,2
	3	0,0	3,0	-	2,0	14,0	-14,0	-11,0	-	-12,0
Май	1	7,8	1,0	44,9	2,1	15,0	-7,2	-14,0	+29,9	-12,9
	2	4,1	20,4	1,4	14,5	16,0	-11,9	+4,4	-14,6	-1,5
	3	14,7	4,2	6,1	3,4	17,0	-2,3	-12,8	-10,9	-13,6
Июнь	1	10,0	6,8	0,3	20,6	19,0	-9,0	-12,2	-18,7	+1,6
	2	6,4	9,0	4,4	24,4	21,0	-14,6	-12,0	-16,6	+3,4
	3	0,4	1,0	54,4	1,5	23,0	-22,6	-22,0	+31,4	-21,5
Июль	1	40,8	36,3	35,4	0,4	24,0	+16,8	+12,3	-0,9	-23,6
	2	8,7	3,0	1,1	37,0	23,0	-14,3	-20,0	-21,9	+14
	3	9,1	25,0	16,5	6,2	22,0	-12,9	+3,0	-5,5	-15,8
Август	1	4,1	0,5	2,2	3,1	20,0	-15,9	-19,5	-17,8	-16,9
	2	0,0	17,0	-	19,7	19,0	-19,0	-2,0	-	+0,7
За период вегетации		111,8	142,3	190,4	150,1	260	-148	-118	-40,9	-110

Осадков за период апрель – август выпало 142,3 мм, что на 117,7 мм меньше средних многолетних значений. При этом в критический период по отношению к влаге (июнь) осадков выпало всего лишь 16,8 мм, при норме 63 мм эти условия нанесли ущерб растениям люпина. Довольно высокие сред-

несуточные температуры с дефицитом выпавших осадков на протяжении всей вегетации способствовали значительному недобору урожая. Гидротермический коэффициент в среднем за вегетацию составил 0,56.

В 2011 году атмосферных осадков было больше, чем в 2010 году. За вегетационный период апрель-август выпало 190,4 мм, что на 48,1 мм больше чем в 2010 году, но на 69,6 мм меньше среднеемноголетних значений. Среднемесячная температура воздуха за данный период была выше среднеемноголетней на 1,9 °С, но ниже чем в 2010 году на 2,1 °С.

В целом вегетационный период 2011 года был более благоприятным для роста и развития растений как узколистного, так и белого люпина и обусловил довольно высокую зерновую продуктивность. Растения раннеспелых сортов и сортообразцов люпина узколистного в период налива семян не испытывали недостатка влаги, так как в третьей декаде июня выпало 54,4 мм осадков при норме 23,0 мм. Это способствовало увеличению продуктивности люпина.

Вегетационный период 2012 года был менее благоприятный для роста и развития растений люпина особенно позднеспелых сортов и сортообразцов, которые в период налива семян испытывали дефицит влаги. В 2013 г. первая половина вегетации люпина (май-июнь) была очень жаркой и сухой. Это отрицательно сказалось на урожайности, хотя в июле-августе влаги было достаточно.

Таким образом, погодные условия в годы опытов были засушливыми и сильнозасушливыми, существенно отличались от среднеемноголетних значений. Вегетационный период 2010 и 2013 годов был очень засушливыми, что негативно сказалось на продуктивности растений. Вегетационные периоды 2011 и 2012 гг. были менее засушливыми, нормальными для формирования урожая семян люпина.

В общей сложности погодные условия, сложившиеся в период исследований, полно отражали амплитуду колебаний погодных условий области.

Это позволяет объективно оценить изучаемые сорта и агроприемы и более обоснованно рекомендовать их для внедрения.

2.3. Место проведения, программа и методика исследований

Экспериментальная работа была проведена в течение 2010-2013 годов на коллекционном питомнике кафедры селекции, семеноводства и растениеводства Белгородской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Я. Горина.

Программа исследований включала проведение двух полевых опытов:

1. «Влияние ризоторфина, макро-, микроудобрений, регулятора роста на продуктивность растений люпина белого (сорт Деснянский)».
2. «Изучение новых сортов и сортообразцов люпина узколистного и белого».

В опыте 1 изучали влияние инокуляции семян, доз минеральных удобрений, микроэлементов и регулятора роста на рост, развитие и продуктивность растений люпина белого сорта Деснянский.

В опыте 2 изучали морфологические и биологические особенности сортов и сортообразцов люпина узколистного и белого для выявления из них наиболее пластичных для условий юго-западной части Центрально-Чернозёмного региона.

Почва опытного участка – чернозем типичный, среднемощный, среднегумусовый, тяжелосуглинистого гранулометрического состава, содержание гумуса в пахотном слое 4,54%, рН солевой вытяжки 6,7, содержание легкогидролизуемого азота по Корнфилду 137,2 мг/кг, подвижного фосфора по Чирикову – 138 мг/кг, обменного калия по Чирикову – 126,0 мг/кг почвы. Предшественником во все годы исследований был яровой ячмень сорт Княжич.

Насыщенность почв основаниями, содержание органического вещества, обеспеченность подвижным фосфором и обменным калием, реакция поч-

венного раствора – наиболее значимые свойства почвы, с которыми тесно связана урожайность сельскохозяйственных культур.

Схема полевого опыта №1 представлена следующими вариантами:

1. Фон 0 – абсолютный контроль
2. Фон 0 + инокуляция семян – фон 1
3. Фон 0 + Мо + Со + Лариксин
4. Фон 1 + Мо + Со + Лариксин
5. Фон 1 + K_{60} + Мо + Со + Лариксин
6. Фон 1 + $P_{30}K_{60}$ + Мо + Со + Лариксин
7. Фон 1 + $N_{30}K_{60}$ + Мо + Со + Лариксин
8. Фон 1 + $N_{30}P_{30}K_{60}$ + Мо + Со + Лариксин

В опыте №1 объектом исследования является высокопродуктивный сорт люпина белого Деснянский (рис. 1). Предметы исследований – макро-

Рисунок. 1. Цветение белого люпина
(сорт Деснянский) в опыте №1
(общий вид, фрагмент)

и микроудобрения, регулятор роста, препарат ризосферных бактерий *Rhizobium lupine* штамм 367a.

Инокуляцию семян люпиновым ризоторфином – 200 г, обработку их молибденово-кислым аммонием – 150 г, сульфатом кобальта – 50 г, регулятором роста лариксином – 50 мл на гектарную норму семян проводили в день посева.

Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию в виде аммиачной селитры ($N - 34,4\%$), двойного суперфосфата ($P_2O_5 - 46,2\%$), хлористого калия ($K_2O - 56\%$). В опыте № 2 изучено 18 сортов и сортообразцов люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) зернофуражного направления, 3 сорта сидерального направления, и 20 сортов и сортооб-

разцов люпина белого (*Lupinus albus* L.), которые были предоставлены селекционной лабораторией ГНУ ВНИИ люпина (рис. 2 и 3).

Для изучения были взяты сорта узколистного люпина зернофуражного направления: Кристалл, Смена, Радужный, Витязь, Вектор и сортообразцы: ФЛУ 65-08, СН 106-08, СН 107-08, СН 73-09, Рад 87-05, СН 78-07, Белозер-

Рисунок. 2. Опыт №1. Делянки узколистного люпина (фрагмент)

Рисунок. 3. Опыт №2. Делянки люпина белого (фрагмент)

ный 110 × Ащадный, Брянский 67-10, Брянский 69-10, СН 59-05,

Высокорослый 140-10,

Высокорослый 187-10,

Тамир × Белозерный 121, а

также сорта сидерального направления: Сидерат 38,

Брянский сидерат и сортообразец Добрыня 320 ×

д.118/94; сорта и сортооб-

разцы люпина белого: Де-

га, СН 816-09, СН 990-09,

АИФ 5049, СН 156-07,

СН 206-07, СН 1014-09,

Деснянский Р2010, СН 67-

08, СН 1022-09, СН 61-08,

СН 74-08, СН 72-08, СН

4-08, СН 1015-09, СН

1019-09, СН 61-06, СН 220-07, СН 935-09 и СН 1031-09.

Характеристика основных сортов люпина узколистного [231, 232]

Радужный – сорт универсального типа использования. Выведен во ВНИИ люпина. С 2005 г. включен в Госреестр по 2 и 5 регионам РФ. Устойчив к растрескиванию бобов. Не ветвится. Отличается скороспелостью и

крупносемянностью. Дружно созревает за 90-95 суток. За годы испытания средняя урожайность зерна составила 29,4 ц/га.

Смена – сорт универсального типа использования. Выведен во ВНИИ люпина. Морфологические особенности: относится к обычному ветвистому морфотипу, всходы имеют антоциановую окраску. Период вегетации в условиях Брянской области от 105 до 112 дней. Семена белые, округло-почковидные, блестящие, масса 1000 шт. 140-150 г. Содержание алкалоидов в семенах не превышает 0,04%. Бобы коричневые с острым кончиком и хорошо обозначенными семенными камерами. Устойчив к растрескиванию бобов и осыпанию семян, относительно устойчив к полеганию. В конкурсном сортоиспытании обеспечил урожай зерна 34,2 ц/га. С 2007 г. включен в Госреестр по 2, 3, 5, 7 и 9 регионам РФ.

Витязь – кормовой сорт. Выведен во ВНИИ люпина. Включен в Госреестр с 2011 г. по Центральному и Центрально-Черноземному (3 и 5) регионам. Растение средней высоты (68 см), прямостоячее-полупрямостоячее, индетерминантное. Цветки белые, кончик лодочки желтый. Зерно белое, без орнаментации. Масса 1000 зерен средняя. Время начала цветения раннее или среднее, полной спелости семян – раннее или среднее. Средняя урожайность сухого вещества зеленой массы 76,5 ц/га, зерна – 46,2 ц/га (выше стандарта Кристалл на 1,7 ц/га). По содержанию белка в зерне равноценен стандарту. Слабо поражался антракнозом и фузариозным увяданием всходов.

Кристалл – кормовой сорт универсального использования. Включен в Госреестр с 1998 г. по 1-5 и 7 регионам. Имеет бобы с розовой окраской створок, в период налива устойчив к растрескиванию. Цветок крупный, белый с сиреневым оттенком. Семена белые, округло-почковидные, масса 1000 шт. – 150-170 г. Растение не образует розетку листьев, имеет быстрый начальный рост, обладает ограниченным ростом, дружно созревает. Вегетирует 95-100 суток. Отличается хорошей зерновой продуктивностью. В среднем за неблагоприятные годы испытаний урожай зерна составил 1,70 ц/га.

Потенциальный урожай зерна может достичь 5 т/га. Содержание сырого протеина в семенах 35,0%, алкалоидов – 0,05-0,07%.

Характеристика сортов люпина белого [231, 232]

Деснянский – кормовой сорт силосно-зернового назначения Оригинатор сорта ГНУ ВНИИ люпина. Включен в Госреестр с 2003 года. Максимальный урожай зерна в сортоиспытании достиг 54 ц/га, содержание белка в зерне – 37-38%, жира – 8-10%, алкалоидность – 0,05%. Растения обладают быстрым темпом роста после всходов. Сорт среднеспелый, вегетирует 120-145 суток. Устойчив к фузариозу. Высота растений варьирует от 90 до 120 см. Цветки белые, семена белые. Масса 1000 семян 270-350 г. При созревании бобы не растрескиваются, семена не осыпаются.

Гамма – кормовой сорт универсального использования. Создан во ВНИИ люпина совместно с Московской СХА им. К.А. Тимирязева. Включен в Госреестр с 1998 г. Максимальный урожай зерна 45 ц/га. Высота растений 60-80 см. Бобы формируются на главном стебле и побегах первого порядка. Окраска цветков голубая, семена белые, крупные, округло-угловатые. Масса 1000 семян 250-300 г. Сорт скороспелый, вегетирует 110-120 суток, созревает дружно. Не способен к вегетативному израстанию при избытке осадков. Устойчив к фузариозу, растрескиванию бобов и осыпанию семян. Содержание белка в зерне 35-37%, жира 8-10%, алкалоидов 0,03-0,05 %.

Дельта – кормовой сорт. Включен в Госреестр с 2000 г. Форма растения кустовая. Лист зеленый. Верхушечный листочек длинный, широкий. Стебель без антоциановой окраски. Цветки синевато-белые. Зерно белое, без орнаментации. Масса 1000 зерен – 284-385 г. Бобы не растрескиваются. Растение детерминантное. Алкалоидов в зерне – 0,001%. Урожай зерна за годы испытаний варьировал от 17,8 до 36,1 ц/га. Период от всходов до созревания зерна составляет 106-132 суток, средне устойчив к фузариозу.

Дега – сорт универсального использования выведен во ВНИИ люпина совместно с Московской СХА им. К. А. Тимирязева. Допущен к использованию во всех регионах люпиносеяния РФ. Включен в Госреестр с 2004 года.

Разновидность *vulgaris*. Цветок крупный, светло-голубой с темно-синей лодочкой. Семена белые, округло-угловатые, масса 1000 шт. – 250-350 г. Высота растений – 80-90 см. Тип растения детерминантный, быстрорастущий. Бобы формируются на главном стебле и укороченных боковых ветвях первого-второго порядков. Устойчив к полеганию, растрескиванию бобов и осыпанию семян, высокоустойчив к фузариозу, обладает полевой устойчивостью к антракнозу. Скороспелый, вегетирует 115-130 суток. Высокоурожайный, за 2001-2003 гг. урожай зерна в сортоиспытании составил 4,1 т/га. В зерне содержит жира 8-10 %, белка – 37-38 %, алкалоидов – 0,05 %.

В наших опытах посев люпина проводили с междурядьями 15 см ручной сеялкой и малогабаритной зерновой сеялкой СН-16 в оптимальные сроки. Норма высева люпина узколистного – 1,3 млн., люпина белого – 1,2 млн. всхожих семян на гектар, глубина посева 3-4 см. В день посева семена сорта Деснянский обрабатывали люпиновым ризоторфином (200 г/га) микроэлементами (Мо – 150 г/га, Со – 50 г/га) и регулятором роста (лариксин – 50 мл/га). После посева почву опрыскивали гербицидом Гезагард – 3,0 л/га. В целом агротехника в опытах была аналогично той, которая принята в регионе для возделывания гороха.

Площадь учетных делянок в микрополевым опыте 1,0 м² при четырехкратной повторности, в полевым опыте – 10 м² при четырехкратной повторности. Размещение делянок систематическое.

Уборку урожая проводили поделочно однофазным способом малогабаритным комбайном Сампо-2010. Собранный урожай взвешивали и пересчитывали на 100% чистоту и 14% влажность зерна.

В процессе работы полевые исследования сопровождались рядом наблюдений и лабораторных анализов.

Наблюдения за ростом и развитием растений проводили по методике госсортоиспытания сельскохозяйственных культур [92].

Высоту растений и накопление сухого вещества определяли по 25 типичным растениям, отобранным с каждой делянки опыта по фазам развития в соответствии с методическими указаниями ВНИИ кормов.

Диагностику антракноза и фузариоза проводили с фазы стеблевания и до конца цветения по методике А.Ф. Ченкина [178].

Площадь листовой поверхности растений определяли путем измерения параметров листовых пластинок (длина, ширина) с использованием поправочного коэффициента по методике Н. С. Купцова, А. И. Синкевич, М.А. Мечковской (1984). Фотосинтетический потенциал по методике Кидда, Веста, Бриг, (А.А. Ничипорович, 1961).

Определение числа клубеньков и их массы проводили через 30 суток после всходов, в период полного цветения и образования бобов на 10 типичных растениях по методике Г.С. Посыпанова [128].

Структуру урожайности определяли по снопам, отобранным перед уборкой четырёх площадок по 0,25 м².

Урожайность учитывали путем обмолота и взвешивания зерна со всей делянки. Определив его фактическую влажность и чистоту, бункерный урожай зерна пересчитывали на 100% чистоту и 14% влажность.

Содержание в зерне сырого белка определяли расчетным путем (содержание общего азота умножали на коэффициент 6,25); содержание жира – по Сокслету (ГОСТ 13469.15-85).

Содержание алкалоидов в зерне – йодометрическим методом. Анализы были выполнены в лаборатории массовых анализов ВНИИ люпина.

Расчет экономической эффективности проведен с использованием нормативов и расценок, действующих в 2010-2012 гг. Биоэнергетическую эффективность рассчитали по методике В.В. Коринец и др. [71].

Математическую достоверность результатов исследований оценивали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985)

3. РАЗВИТИЕ, УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЛЮПИНА БЕЛОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ИНОКУЛЯЦИИ, МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА

Эффект от применения агротехнического приема, используемого с целью повышения урожайности и качества зерна, будет положительным только в том случае, если он обеспечивает быстрое формирование ассимиляционной поверхности листьев растений, значительно увеличивая их площадь, способствует сохранению их в активном состоянии как можно более длительный период и наилучшему использованию растением продуктов фотосинтеза, в том числе и за счет гелиотропизма.

За вегетационный период растения проходят ряд фенологических фаз и этапов морфогенеза, которые отличаются физиологическими, морфологическими и биохимическими особенностями. Они закономерно сменяют друг друга и зависят от погодных условий года, от технологических особенностей возделывания культуры.

В юго-западной части Центрально-Черноземного региона, влияние таких технологических приемов возделывания люпина белого, как инокуляция семян, применение микроудобрений и регуляторов роста, внесение минеральных макроудобрений имеют важное значение в формировании высокопродуктивных посевов. Продуктивность кормовых растений и прежде всего посева люпина белого в целом определяется ростом и развитием растений, ассимиляционной поверхностью листьев и работоспособностью растений.

Мы изучали особенности роста и развития растений люпина, накопление ими массы воздушно-сухого вещества, формирование и функционирование симбиотического аппарата, становление ассимиляционной поверхности листьев, то есть тех органов и функций растений, которые оказывают решающее действие на урожай и качество зерна.

3.1. Динамика высоты и накопления массы воздушно-сухого вещества растениями в зависимости от инокуляции, удобрений и регулятора роста

Изучая рост и развитие растений люпина в зависимости от применяемых агротехнических приёмов, мы отмечали следующие фенофазы: всходы, стеблевание, ветвление, бутонизация, цветение, образование бобов, налив, созревание. Даты наступления фенологических фаз развития, продолжительность межфазных периодов в наших исследованиях изменялись по годам исследований. Это было обусловлено погодными условиями, и агротехническими приёмами. Наступление фаз развития, а также длительность основных межфазных и вегетационных периодов по вариантам опыта практически не зависели от применяемых агротехнических приёмов в связи с засушливыми условиями вегетации.

Продолжительность периода посев – всходы зависела от влажности почвы и суммы активных температур. В засушливом 2010 году всходы появились на 14 сутки, в более благоприятные 2011- 2012 гг. – на 9-10 сутки.

Продолжительность периода посев – всходы мало зависел от инокуляции семян и внесения минеральных удобрений.

Температура воздуха и наличие продуктивной влаги в период посев - всходы являются факторами, определяющими рост и развитие растений люпина белого. В последующие периоды вегетации растения люпина также сильно страдали от засухи, были низкорослыми, что в дальнейшем негативно сказалось на формировании продуктивности растений люпина.

Значительная роль в оценке продуктивности посева люпина белого отводится высоте растений, особенно в формировании биомассы растений.

Инокуляция семян люпиновым ризоторфином, применение микроэлементов (Мо и Со), регулятора роста (лариксин) и минеральных удобрений являются важными агроприемами, существенно отражаются на интенсивности ростовых процессов, сроках наступления отдельных фаз и в целом на продолжительности периода вегетации и продуктивности растений люпина белого.

Продолжительность межфазных периодов и всего периода вегетации белого люпина в значительной степени зависела как от складывающихся агрометеорологических условий, так и от применяемых агротехнических приемов.

Инокуляция семян в сочетании с внесением калийных и фосфорно-калийных удобрений (K_{60} и $P_{30}K_{60}$) способствовали в засушливых условиях 2010-2012 гг. сокращению всего периода вегетации люпина (от всходов до полной спелости семян) на 1-2 суток, а вместе с азотным удобрением ($N_{30}K_{60}$ и $N_{30}P_{30}K_{60}$), наоборот, удлиняли этот период на 2-3 суток по сравнению с абсолютным контролем, инокуляцией семян (штамм 367^a), применением микроэлементов и регулятора роста. Продление вегетации отодвигало сроки и созревания и уборки урожая семян.

Одним из важнейших морфологических признаков, определяющих процессы роста растений, является их высота, которая в известной степени отражает реакцию растительного организма на условия произрастания. Высота растений белого люпина варьировала в зависимости от почвенных и складывающихся метеорологических условий, а также от инокуляции семян, обработки их микроэлементами и регулятором роста и от действия вносимых минеральных удобрений, эффект от которых проявлялся с начальных фаз развития и сохранялся до конца вегетации.

Высота растений люпина белого в вариантах с комплексным использованием инокуляции семян, минеральных удобрений и регулятора роста была больше, чем на контрольном варианте, с инокуляцией семян и отдельным применением микроудобрений (без инокуляции и с инокуляцией).

На протяжении вегетационного периода при прохождении основных фенофаз мы измеряли высоту растений люпина белого во все фазы развития.

В начальный период (в фазе стеблевания) высота растений люпина в вариантах с комплексным применением изучаемых агроприемов различалась незначительно – всего на 4,7-6,6 см и 6,2-6,8 см соответственно. В последующие фазы действие инокуляции семян и минеральных удобрений усили-

валось, и в фазе образования бобов различия по высоте растений увеличились (прилож. 1, 2, 3, табл. 3).

Таблица 3 – Динамика высоты растений люпина белого (см) в зависимости от ризоторфина, микро-, макроудобрений и регулятора роста (2010-2012 гг.)

Вариант	Средняя высота растения по фенофазам				
	стебле- вание	вет- вле- ние	бутони- зация	цвете- ние	образо- вание бобов
1.Фон 0 – контроль	11,0	18,2	28,8	38,9	48,9
2.Фон 0 + инокуляция семян – фон 1	12,0	19,2	30,5	41,3	51,0
3.Фон 0 +Mo + Co + PPB	13,8	19,8	31,3	42,4	51,8
4.Фон 1 + Mo + Co + PPB	14,2	21,1	32,3	43,5	52,9
5.Фон 1 + K ₆₀ + Mo + Co + PPB	15,7	22,7	35,0	46,4	57,9
6.Фон1 + P ₃₀ K ₆₀ + Mo + Co + PPB	17,6	24,2	35,7	47,3	60,2
7.Фон 1 +N ₃₀ K ₆₀ + Mo + Co + PPB	17,2	24,0	35,6	47,2	59,0
8.Фон 1 +N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀ +Mo + Co + PPB	17,8	24,7	36,4	48,4	59,7

Положительный эффект от применения инокуляции семян, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста начал проявляться в начальные фазы развития растений люпина и сохранялся на протяжении всей вегетации. Наибольшая высота растений (57,9-60,2 см) отмечена в фазе образование бобов на вариантах с комплексным использованием инокуляции семян, минеральных удобрений, микроэлементов и регулятора роста, что на 9,0-11,3 см или на 18,4-23,1% больше контроля.

Наблюдения показали, что в засушливых условиях среднесуточный линейный прирост растений люпина белого в зависимости от вариантов опыта был различным в межфазные периоды вегетации (рис. 4).

Наибольший прирост высоты растений отмечен в межфазный период «бутионизация - цветение» и «цветение-образование бобов». Он варьировал по вариантам с совместным применением изучаемых агроприемов и составлял соответственно 11,2-12,0 см и 11,5-12,9 см. Минимальный прирост высоты растений люпина (6,0-7,2 см) отмечен в межфазный период «стебле-

вание – ветвление», что связано с неравномерностью выпадения осадков в период вегетации.

Рисунок 4 - Средний прирост высоты растений люпина белого (сорт Деснянский) в межфазные периоды в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста, 2010-2012 гг.

Накопление сухого вещества люпиновым агроценозом в значительной степени зависело от погодных условий и вариантов опыта. В 2011 и 2012 годах, более благоприятных по метеорологическим условиям, у люпина белого сорта Деснянский накапливалось большее количество сухого вещества в сравнении с жарким и засушливым 2010 годом (прилож. 3, 4, 5.).

Данные наблюдений за динамикой накопления массы воздушно-сухого вещества представлены в таблице 4.

Эффект от применения инокуляции семян, микроудобрений и регулятора роста начал проявляться с фазы стеблевания, величина накопления сухого вещества тогда составила 0,1 – 0,3 г/растение, по сравнению с абсолютным контролем. Данная закономерность отмечена во все фазы вегетации.

Таблица 4 – Динамика накопления массы воздушно-сухого вещества люпина белого в зависимости от влияния инокуляции семян, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста (2010-2012 гг.)

Вариант	Средняя масса одного растения, г				
	стебле- вание	ветвле- ние	буто- низа- ция	цветение	образо- вание бобов
1.Фон 0 - абсолютный контроль	0,8	1,6	2,9	7,5	8,7
2.Фон 0+инокуляция семян–фон 1	0,9	1,7	3,1	8,0	9,2
3.Фон 0 +Мо + Со + РРВ	1,1	1,9	3,5	8,0	9,2
4.Фон 1 + Мо + Со + РРВ	1,1	2,1	3,7	8,4	10,0
5.Фон 1 + К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	1,2	2,4	4,1	9,0	10,7
6.Фон1 + Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	1,3	2,5	4,3	9,2	11,2
7.Фон 1 +N ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	1,2	2,7	4,3	9,9	11,9
8.Фон1+N ₃₀ Р ₃₀ К ₆₀ +Мо + Со + РРВ	1,3	2,8	4,5	10,0	12,2

На вариантах с совместным сочетанием изучаемых агротехнических приёмов в фазе стеблевания масса растений была больше контроля на 0,4-0,5 г/раст. Максимальное её значение получено в фазе образования бобов на вариантах Фон 1 + N₃₀К₆₀+ Мо + Со +Лариксин и Фон 1+N₃₀Р₃₀К₆₀ + Мо + Со + Лариксин и составляло 11,9 и 12,2 г/раст.

Среднесуточный прирост массы воздушно-сухого вещества растений люпина белого находился в прямой зависимости от влияния инокуляции семян, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста, а также – от погодных условий. На контрольном и фоновом вариантах, а также на вариантах с применением микроэлементов и регулятора роста прирост биомассы люпина на протяжении всего периода вегетации был меньшим и составил в межфазные периоды «стеблевание – ветвление» 0,8 и 1,0 г, «ветвление – бутонизация» – 1,3-1,6 г, «бутонизация – цветение» – 4,6 и 4,9 г и цветение – образование бобов – 1,2 и 1,6 г на одно растение соответственно (рис.5).

Максимальное значение среднесуточного прироста массы воздушно-сухого вещества (5,5-5,6 г/раст.) отмечено в межфазный период «бутонизация - цветение» на вариантах опыта с применением азотных удобрений.

Рисунок 5 - Прирост воздушно-сухой массы растений люпина белого сорта Деснянский в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста (PPB), мг/раст.(2010-2012 гг.)

Таким образом, обработка семян ризобиями, микроэлементами Mo и Co, регулятором роста лариксином в сочетании с внесением минеральных удобрений положительно влияет на накопление сухого вещества растениями даже в засушливых условиях.

3.2. Формирование и функционирование симбиотического аппарата люпина белого сорта Деснянский

Клубеньки на корнях бобовых культур – сложная азотфиксирующая система, включающая гипертрофированную ткань (опухоль) корня с бактериальными клетками, содержащими пигмент леглоббин и ферментативный комплекс как продукт и условие симбиоза.

Косвенную, но очень важную роль в фиксации биологического азота играет сама корневая система макросимбионта, по которой в клубеньки поступают энергетический материал, вода и элементы минерального питания. Часть корневой системы с расположенными на ней клубеньками называют симбиотическим аппаратом [128].

По современным данным, сортовая специфичность клубеньковых бактерий контролируется генетически как со стороны растения, так и со стороны бактерий [135]. Сортовая специфичность связана с образованием специфичных соединений в оболочке бактерий (полисахариды) и корневого волоска (белки – лектины). Эти вещества взаимодействуют между собой по принципу иммунологических реакций (ген – антитело), и поэтому бактерия прочно прикрепляется к коренному волоску.

Ткань клубенька, заполненная бактериоидами, приобретает розовую окраску, обусловленную пигментом легоглобином. Если легоглобин не образуется и клубеньки приобретают серую или зеленоватую окраску, указывающую на их отмирание, то азотфиксация в таких клубеньках не происходит.

При образовании активного комплекса растение + *Rizobium* формируется взаимовыгодное сожительство, симбиоз. Макросимбионт аккумулирует солнечную энергию в процессе фотосинтеза и в виде химически связанной энергии углеводов и других веществ снабжает ею микросимбионта, который, в свою очередь, обеспечивает потребности растения-хозяина в связанном азоте.

В условиях живой клетки восстановительный процесс связывания азота с водородом происходит с помощью фермента нитрогеназы.

Симбиотическая фиксация азота – аэробный процесс. Кислород связывается легоглобином и используется в процессе окисления углеводов с высвобождением энергии для фиксации азота.

Высокая изменчивость по интенсивности клубенькообразования отмечена нами в широком диапазоне средовых условий: различные температуры, недостаточное и избыточное увлажнение, недостаток кислорода в почве. Наши исследования показали, что образование клубеньков во всех вариантах опыта в 2011-2012 годы исследований происходило во время фазы стеблевания (появления 5-6-й пары листьев). Через 15-17 суток после всходов люпина в клубеньках появился красный пигмент – легоглобин. В неблагоприятном 2010 году появление единичных видимых клубеньков у сортов кормового люпина задерживалось, их было зафиксировано в фазе стеблевания зна-

чительно меньшее количество, чем в более благоприятные годы. Во время цветения растений люпина общее количество клубеньков на всех вариантах опыта существенно возросло (прилож. 7, 8, 9, рис. 6, 7, 8, 9, табл. 5).

Рисунок 6 - В контрольном варианте (без инокуляции семян) на корнях белого люпина ко времени цветения сформировалось очень мало азотфиксирующих клубеньков

Рисунок 7 - Корневые клубеньки ко времени цветения белого люпина. Вариант 6 (ризоторфин+Мо+Со+РРВ+ P₃₀K₆₀)

Рисунок 8 - Клубеньки на корнях в фазе цветения люпина белого. Вариант 7 (люпиновый ризоторфин + Мо + Со + РРВ + N₃₀K₆₀)

Рисунок 9 - Корневые клубеньки ко времени цветения белого люпина. Вариант 8 (люпиновый ризоторфин + Мо + Со РРВ + N₃₀P₃₀K₆₀)

Следует заметить что, несмотря на засушливые неблагоприятные условия 2010-2012 гг. во все фазы вегетации влияние инокуляции на фоне комплексного применения минеральных удобрений, микроэлементов и регулятора роста усиливалось. При этом существенно увеличивалось число клубеньков и их масса на одно растение. Наибольшее количество клубеньков, в том числе и активных, отмечено в фазе образования бобов на вариантах Фон 1 + N₃₀K₆₀ + Mo + Co + Лариксин – 16,2 шт./раст., и Фон 1 + N₃₀P₃₀K₆₀ + Mo + Co + Лариксин – 16,9 шт./раст.

Таблица 5 – Число клубеньков на корнях растений люпина белого в зависимости от ризоторфина, макро-, микроудобрений и РРВ, шт./раст., (2010-2012 гг.)

Вариант	Фенологическая фаза					
	стеблевание		цветение		образование бобов	
	все-го	актив-ных	все-го	актив-ных	все-го	актив-ных
1. Фон 0 – контроль	2,9	2,9	4,9	4,9	5,8	3,6
2. Фон 0 + инокуляция семян – фон 1	5,2	5,2	7,2	7,2	7,6	5,4
3. Фон 0 + Mo + Co + РРВ	6,2	6,2	8,3	8,3	8,7	6,0
4. Фон 1 + Mo + Co + РРВ	8,4	8,4	10,8	10,8	11,5	8,0
5. Фон 1 + K ₆₀ + Mo + Co + РРВ	9,6	9,6	12,4	12,4	14,6	11,5
6. Фон 1 + P ₃₀ K ₆₀ + Mo + Co + РРВ	10,9	10,9	14,1	14,1	15,9	13,3
7. Фон 1 + N ₃₀ K ₆₀ + Mo + Co + РРВ	11,3	11,3	15,1	15,1	16,2	13,7
8. Фон 1 + N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀ + Mo + Co + РРВ	12,4	12,4	15,4	15,4	16,9	13,9

В фазах стеблевания и цветения все клубеньки имели розовую окраску. Это свидетельствует об их активной азотфиксации, а в фазе образования бобов клубеньки начали приобретать зелёное окрашивание, что свидетельствует о переходе леглобина в холеглобин и завершении активного симбиоза. В конце вегетации наблюдали полный лизис клубеньков.

Изучаемые агротехнические приёмы (обработка семян ризоторфином, молибденом, кобальтом, лариксином, внесение минеральных удобрений)

оказывали влияние, как на число, так и на массу клубеньков. Во все фазы вегетации отмечено положительное влияние ризоторфина, микроэлементов и регулятора роста. На этих вариантах масса клубеньков составила: в фазе нарастания листьев от 21,3 до 27,2 мг/раст, в фазе цветения – 52,6-61,6 мг/раст. и в фазе образование бобов – 71,9 - 86,8 мг/раст. (прилож. 10, 11, 12, табл. 6).

Таблица 6 – Масса клубеньков на корнях растений люпина белого в зависимости от инокуляции семян, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста, мг./раст., (2010-2012 гг.)

Вариант	Фенологические фазы			
	стеблева- ние	цветение	образование бобов	
	всего	всего	всего	активных
1. Фон 0 – контроль	15,4	45,4	50,8	35,3
2. Фон 0+инокуляция семян – фон 1	21,3	51,4	71,9	55,0
3. Фон 0 + Мо + Со + РРВ	27,2	52,6	78,8	56,3
4. Фон 1 + Мо + Со + РРВ	31,7	61,6	86,8	66,7
5. Фон 1 + К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	44,3	100,9	106,5	90,9
6. Фон 1 + Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	53,9	120,3	117,7	106,3
7. Фон 1 +N ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	54,4	121,0	118,3	109,8
8. Фон 1+N ₃₀ Р ₃₀ К ₆₀ +Мо + Со+РРВ	59,0	125,1	119,9	109,7

Наибольшая масса клубеньков отмечена в фазе образования бобов на удобренных вариантах опыта в сочетании с микроэлементами, регулятором роста и инокуляцией семян, она варьировала от 106,5 до 119,9 мг/раст. Максимальная масса клубеньков в фазе образования бобов была на варианте 7 (Фон 1+N₃₀К₆₀+Мо+Со+РРВ), которая составила 118,3 мг/раст., в том числе активных – 109,8 мг/раст. и варианте 9 (Фон 1 + N₃₀Р₃₀К₆₀ + Мо + Со + РРВ) – 119,9 мг/раст., в том числе активных 109,7 мг/раст.

По-видимому, растения люпина на вариантах опыта 7 и 8 в засушливых условиях перешли с симбиотрофного на автотрофный тип питания азотом, что обусловило лучшее формирование листового аппарата, усилило фотосинтез и устранило острый дефицит углеводов. Это содействовало формиро-

ванию и эффективному функционированию симбиотического аппарата люпина белого.

Таким образом, результативность функционирования симбиотического аппарата люпина, а именно число образованных клубеньков и их масса, зависят как от погодных условий вегетационного периода, так и от агротехнических приёмов возделывания кормового люпина.

3.3. Площадь листового аппарата и фотосинтетический потенциал агроценоза люпина белого сорта Деснянский

От площади листового аппарата сельскохозяйственных культур, в том числе и кормового люпина существенно зависит вся фотосинтетическая деятельность растения. Урожайность люпинового агроценоза создается листовым аппаратом, на развитие которого значительное воздействие оказывают генотип, условия вегетации, применение инокуляции семян, микроэлементов, регулятора роста и внесение минеральных удобрений.

В 2010-2012 годах мы определяли размер ассимилирующей поверхности листового аппарата люпина белого по основным фазам роста растений. Исследованиями установлено, что площадь листового аппарата растений люпина в расчете на гектар посева зависела как от погодных условий года, так и от применения изучаемых агротехнических приёмов. В сильно засушливом 2010 году растения люпина белого формировали меньшую площадь листьев, однако увеличение площади листьев по вариантам опыта связано с положительным влиянием изучаемых агроприёмов, а в более благоприятных по влагообеспеченности 2011-2012 гг. сформировалась большая листовая поверхность (табл.7).

Так, в фазе бутонизации в сильно засушливом 2010 году отмечено положительное влияние инокуляции семян, микроэлементов и регулятора роста. На этих вариантах площадь листьев составляла 6,84; 7,9 и 9,1 тыс.м²/га, что на 1,3 - 3,6 тыс.м²/га больше, чем на контроле.

Таблица 7 – Динамика площади листьев растений люпина белого в зависимости от влияния инокуляции семян, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста, тыс.м²/га (2010-2012 гг.)

Вариант	Фаза развития				
	стебле- вание	ветв- ление	бутони- зация	цвете- ние	образова- ние бобов
1.Фон 0 – контроль	2,1	3,6	5,6	10,7	13,2
2.Фон 0+инокуляция семян - фон 1	2,3	5,0	7,7	14,5	20,6
3.Фон 0 + Мо + Со + РРВ	2,4	5,5	8,4	15,5	22,7
4.Фон 1 + Мо + Со + РРВ	3,8	7,9	9,4	18,4	24,8
5.Фон 1 + К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	3,8	8,3	13,0	22,3	26,7
6.Фон 1 + Р ₃₀ К ₆₀ +Мо+ Со+РРВ	4,5	8,9	14,0	24,7	28,0
7.Фон 1 +N ₃₀ К ₆₀ +Мо+Со+РРВ	4,7	9,6	16,7	25,7	29,5
8.Фон 1+N ₃₀ Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	5,0	10,0	17,9	26,4	30,6

Установлено, что на величину листовой поверхности сильное влияние оказывали агротехнические приемы: обработка семян люпина ризоторфином, микроэлементами Мо и Со, регулятором роста лариксином и внесение минеральных удобрений. На этих вариантах опыта даже в сильно засушливых условиях 2010 года сформировалась большая площадь листьев, которая варьировала от 10,7 до 15,6 тыс.м²/га и была в 1,9-2,8 раза больше, чем на контрольном варианте и в 1,6-2,3 раза больше, чем на варианте с применением одной только инокуляции семян (прилож. 13, 14, 15).

Отмеченная закономерность в формировании ассимиляционной поверхности сохранялась и в последующие фазы развития растений (цветение и образование бобов).

Тенденция увеличения площади листьев в зависимости от применения инокуляции семян, микроэлементов, регулятора роста и минеральных удобрений отчетливо проявилась и в более благоприятных по влагообеспеченности 2011-2012 годах.

В среднем за 2010-2012 гг. площадь ассимиляционной поверхности растений достигала наибольшей величины в фазе плодообразования. Так, на вариантах с инокуляцией семян площадь листьев в этой фазе составила

20,6 тыс.м²/га. То есть на 7,4 тыс.м²/га больше контрольного варианта. В посевах с применением микроэлементов и регулятора роста – 22,7 тыс.м²/га, а на варианте Фон 1 + Мо + Со + РРВ – 24,8 тыс.м²/га, или в 1,7-1,9 раза больше контроля.

На посевах с комплексным применением инокуляции семян ризоторфином, микроудобрений Мо и Со, регулятора роста лариксина и удобрений N₃₀ K₆₀ и N₃₀ P₃₀ K₆₀ формировалась наибольшая площадь листьев – от 29,5 до 30,6 тыс. м²/га соответственно. На вариантах опыта, удобренных K₆₀ и P₃₀ K₆₀, площадь ассимиляционной поверхности в этой фазе была меньше – от 26,7 до 28,0 тыс. м²/га.

Таким образом, в результате исследований выявлено положительное влияние инокуляции семян ризоторфином, особенно в сочетании с обработкой их микроэлементами Мо и Со, регулятором роста лариксином и внесением минеральных удобрений на величину листовой поверхности посевов люпина белого. При совместном действии изучаемых агроприёмов растения люпина развивались лучше, формировали большую площадь листовой поверхности, а впоследствии – большее количество плодов, хороший урожай зерна, особенно на вариантах с применением азотных удобрений.

Одним из важнейших показателей деятельности фотосинтеза растений в агроценозе представляется фотосинтетический потенциал (ФП) посева.

Фотосинтетический потенциал посева показывает среднюю продуктивность активной работы листьев в течение вегетации на единице площади, и представляет собой сумму ежесуточных площадей листьев за период вегетации и исчисляется в тыс.м²×сут./га.

По нашим наблюдениям, выполненным в 2010-2012 гг., значение ФП посева зависела от погодных условий и изучаемых приемов агротехники. Установлено, что чем благоприятнее складывались погодные условия в течение вегетации растений, тем больше был показатель ФП (прилож. 16).

Необходимо отметить, что агроценоз люпина белого как фотосинтетическая система высокопроизводительно функционировал на протяжении вегетации растений (рис. 10).

Рисунок 10 - Фотосинтетический потенциал посева люпина белого в зависимости от применения ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста, тыс.м²×сутки/га (2010-2012 гг.).

Установлено, что в относительно благоприятном по увлажненности и температурному режиму 2011 году ФП посева люпина белого был значительно больше (от 365,3 до 893,7 тыс.м²×сут./га) на всех вариантах опыта. А в самом неблагоприятном 2010 году он составил лишь 199,6-546,2 тыс. м²×сут./га. Инокуляция семян, обработка их микроэлементами Мо и Со, ростовым регулирующим веществом лариксином и внесение минеральных удобрений существенно влияли на величину ФП люпинового агроценоза во все годы исследований. Максимальный показатель ФП посевов отмечен в межфазные периоды «бутонизации – цветение» и «цветение – плодообразование».

В среднем за 2010-2012 гг. в посевах люпина белого на вариантах опыта с совместным применением инокуляции семян, микроудобрений, регулятора роста и внесение минеральных удобрений растения формировали наи-

большую величину ФП (тыс.м²×сут./га): Фон 1 + K₆₀+ Mo + Co + PPB – 604,4 тыс.м² × сут./га; фон1 + P₃₀K₆₀+ Mo + Co + PPB – 651,6; Фон 1 +N₃₀K₆₀+ Mo + Co + PPB – 702,1, и Фон 1+N₃₀P₃₀K₆₀+ Mo + Co + PPB – 729,3, тогда как на контроле лишь 280,2 тыс.м² × сут./га.

Меньшая величина ФП отмечена на варианте опыта с применением микроэлементов и регулятора роста на фоне инокуляции и без неё: Фон 1 + Mo + Co + PPB – 521,0 тыс.м²×сут./га и Фон + Mo + Co + PPB – 435,8 тыс.м² × сут./га, и ещё меньше на фоновом (инокуляция семян), и контрольных вариантах – 382,3 и 280,2 тыс.м²×сут./га соответственно.

Таким образом, установлено положительное влияние применения изучаемых агроприёмов возделывания люпина даже в засушливых условиях на формирование площади листового аппарата и фотосинтетический потенциал посева, которые способствовали формированию высокопродуктивного агроценоза люпина белого, особенно при внесении минеральных удобрений в дозе N₃₀K₆₀ и N₃₀P₃₀K₆₀. Это в дальнейшем оказывало влияние на величину и качество урожая.

3.4. Урожайность, элементы структуры урожая и качество зерна люпина белого сорта Деснянский

Урожайность – важнейший показатель, определяющий эффективность и способы возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе люпина белого в разных агроэкологических условиях. Изучение и познание закономерностей взаимоотношения растений люпина с условиями произрастания позволяют полнее и успешнее использовать биологические и морфологические особенности культуры и более обоснованно подходить к разработке и рациональному применению таких агроприёмов, как удобрение, инокуляция семян, обработка их микроэлементами Mo и Co, препаратом лариксин.

Метеорологические условия вегетационного периода за годы проведенных исследований, а также инокуляция семян ризоторфином, обработка

их микроэлементами и регулятором роста в сочетании с внесением минеральных удобрений в различной степени влияли на урожайность, элементы ее структуры и качество семян люпина белого.

В условиях жесточайшей засухи 2010 г. инокуляция семян не оказала существенного влияния на урожайность люпина белого сорта Деснянский, которая составила 1,23 т/га (табл. 8), то есть только на 0,13 т/га больше, чем в контроле при $НСП_{0,5} = 0,16$ т/га (прибавка незначительна).

При совместном применении инокуляции семян, микроэлементов, регулятора роста и минеральных удобрений урожайность люпина белого существенно повышалась и составила по вариантам 3 и 4: (Фон 0+Мо+Со + Фон 1 + Мо +Со + РРВ) – 1,32 и 1,47 т/га, что на 0,22 и 0,37 т/га или на 12,0 и 33,6 %, больше чем на контрольном варианте.

Таблица 8 – Урожайность люпина белого в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста

Вариант	Урожайность, т/га					% к контролю
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	средняя	
1. Фон 0 – абсолютный контроль	1,10	1,39	1,75	1,16	1,35	100,0
2. Фон 0+инокуляция семян – фон 1	1,23	1,64	1,98	1,18	1,51	111,8
3. Фон 0 + Мо + Со + РРВ	1,32	1,72	1,99	1,24	1,57	116,3
4. Фон 1 + Мо +Со + РРВ	1,47	1,83	2,12	1,33	1,69	125,2
5. Фон 1+K ₆₀ + Мо + Со +РРВ	1,52	2,08	2,45	1,59	1,91	141,5
6. Фон1+P ₃₀ K ₆₀ +Мо+Со+РРВ	1,77	2,55	2,36	1,64	2,08	154,1
7. Фон1+N ₃₀ K ₆₀ +Мо+Со+РРВ	1,54	2,80	2,67	1,75	2,19	162,2
8. Фон1+N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀ +Мо+Со+РРВ	1,70	3,08	2,75	1,85	2,34	173,3
НСП ₀₅	0,16	0,29	0,13	0,09	-	-

Комплексное применение изучаемых агроприёмов заметно увеличивало урожайность, которая достигала 1,52-1,77 т/га. Относительно высокая урожайность (1,77 т/га) в условиях 2010 г. была получена на 6 варианте опыта (Фон 1 + P₃₀K₆₀+ Мо + Со + РРВ).

Причинами низкой урожайности (1,10-1,77 т/га), люпина являлись: недостаток влаги, неравномерное выпадение осадков, высокие среднесуточные температуры вегетационного периода.

В менее засушливом 2011 году урожай получен значительно выше, чем в засушливом 2010 г. Примененные в соответствии со схемой опыта агроприёмы оказывали еще более существенное положительное влияние на урожайность люпина, которая варьировала от 2,08 т/га до 3,08 т/га и была на 0,69-1,69 т/га, или на 49,6- 221,6% больше контрольного варианта.

В 2011 г. при применении микроэлементов и регулятора роста урожайность люпина была значительно больше по сравнению с 2010 годом. Она составила по варианту без инокуляции (Фон 0 + Мо + Со + РРВ) – 1,72 т/га, а при использовании ризоторфина (Фон 1 + Мо + Со + РРВ) – 1,83 т/га, что на 0,33-0,44 т/га или на 23,7-31,7 % больше контроля. Следовательно, совместная обработка семян молибденом, кобальтом, лариксином, а тем более и с люпиновым ризоторфином обеспечила математически доказанную прибавку урожая. Однако одна лишь инокуляция семян ризоторфином существенного повышения урожайности люпина белого не обеспечивала. Величина урожая на этом (2-м) варианте опыта составила 1,64 т/га, прибавка к контролю (0,25 т/га) была в пределах ошибки опыта ($HCp_{05} - 0,29$).

Более высокие урожаи зерна (2,80 и 3,08 т/га) были получены в посевах с применением всего комплекса изучаемых агроприемов, а именно – при внесении азотно-калийного (Фон 1 + $N_{30}K_{60}$ + Мо + Со + РРВ) и полного удобрения (Фон 1 + $N_{30}P_{30}K_{60}$ + Мо + Со + РРВ). Прибавка урожайности по сравнению с абсолютным контролем составили 1,41 и 1,69 т/га или 201,4 и 221,6%.

В условиях 2012 года обработка семян биопрепаратом *Rhizobium lupine*, микроэлементами и регулятором роста также повысила урожайность люпина по сравнению с контрольным вариантом. Так, на варианте 2 (Фон 0 + инокуляция семян) величина урожая составила 1,98 т/га, что на 0,23 т/га или 13,1% больше контроля. Однако контрольный вариант более существенно (на 0,24 и 0,37 т/га или на 13,7 и 21,1%) уступал по урожаю семян 3 и 4

вариантам с применением микроудобрений и регулятора роста – на 13,7 и 21,1 %.

Наибольшая урожайность люпина белого (также как и в 2011 году) была на 7 и 8 вариантах опыта с комплексным применением изучаемых агроприемов (Фон $1+N_{30}K_{60}+Mo+Co+PPB$ и Фон $1+N_{30}P_{30}K_{60}+Mo+Co+PPB$), она составила 2,67 и 2,75 т/га, что в 1,5 и 1,6 раза больше, чем на контроле.

В 2013 году, отличившимся продолжительной жаркой и сухой погодой в мае и июне, урожайность люпина заметно снизилась по сравнению с 2011 и 2012 гг. и варьировала по вариантам опыта от 1,16 т/га до 1,85 т/га. Тем не менее тенденции, выявленные в предыдущие годы опытов, полностью подтвердились.

В среднем за четыре года исследований инокуляция семян люпиновым ризоторфином оказывала положительное влияние на урожайность белого люпина сорта Деснянский, которая составила 1,51 т/га и была на 0,16 т/га или на 11,8 % выше контрольного варианта. Однако математически доказанной эта прибавка урожая была лишь в 2012 году. Комплексное применение изучаемых агроприемов значительно увеличила урожайность люпина белого, которая варьировала по вариантам от 1,91 до 2,34 т/га или от 41,5 до 73,3%.

Более высокая среднеголетняя величина урожая отмечена на 7 и 8 вариантах опыта (ризоторфин + $N_{30}K_{60} + Mo + Co +$ Лариксин и ризоторфин + $N_{30}P_{30}K_{60} + Mo + Co +$ Лариксин) – 2,19 и 2,34 т/га.

Предпосевная обработка семян белого люпина микроудобрениями ($Mo + Co$) совместно с росторегулирующим веществом (PPB лариксин) в большинстве лет (кроме 2013 г.) обусловила достоверные прибавки урожайности к абсолютному контролю, которые варьировали от 0,08 до 0,33 т/га и в среднем составили 0,22 т/га или 16,3%.

Совместное же применение ризоторфина с микроэлементами (Mo, Co) и PPB (вар. 4) обеспечило прибавку урожайности 0,34 т/га (25,2%).

Дальнейшее наращивание агрокомплекса путем применения минеральных удобрений способствовало росту урожайности белого люпина. Так, ка-

лийное удобрение (K_{60}) увеличило его среднюю урожайность на 0,22 ц/га, фосфорно-калийное ($P_{30}K_{60}$) – на 0,39 т/га, а полное ($N_{30}P_{30}K_{60}$) – на 0,65 т/га. Более эффективным оказался минеральный азот, который в составе полного удобрения (вар. 8) увеличил урожайность (в сравнении с фосфорно-калийным) на 0,26 т/га или 12,5%, и калийное удобрение (K_{60} – вар. 5 в сравнении с вар. 4) – на 0,22 т/га или 13,0%, а фосфорное (P_{30} , вар. 6 в сравнении с вар. 5) – на 0,17 т/га или 8,9%.

Таким образом, обработка семян ризобиями (штамм 367^a), регулятором роста лариксином, внесение макро- и микроудобрений позволяют даже на фоне дефицита влаги и высоких среднесуточных температур создать оптимальные условия для формирования основных элементов продуктивности растений и увеличения урожайности люпина белого.

Элементы продуктивности растений, образующиеся в разное время в процессе органогенеза, сильно зависят от генотипа и условий внешней среды во время их формирования, а также от изучаемых агротехнических условий. Данные по элементам структуры продуктивности растений люпина белого представлены в таблице 9.

В зависимости от агротехнических и метеорологических условий вегетационного периода было отмечено изменение элементов структуры урожая, а именно число бобов на 1 растение, число семян в бобе, число и масса семян с одного растения и масса 1000 семян.

В относительно благоприятном 2011 году на всех вариантах опыта растения люпина белого формировали большее число бобов (4,2-11,2 шт./раст.) и массу семян (2,8-12,4 г/раст.), а их масса 1000 шт. (243-298 г) была больше по сравнению с неблагоприятным сильно засушливым 2010 г. В 2012 году по сравнению с 2010 годом показатели структуры продуктивности были лучше. Так, число бобов варьировало от 7,3 до 9,2 шт./раст., масса семян – от 7,8 до 11,6 г/раст., масса 1000 шт. – от 240 до 306 г, тогда как в неблагоприятном 2010 году – соответственно 3,1 – 7,8 шт./раст., 2,3-6,3 г/раст. и 233-282 г (прилож. 17, 18, 19).

Таблица 9 – Элементы структуры продуктивности растений люпина белого сорта Деснянский в зависимости от инокуляции семян, макро- и микроудобрений и регулятора роста (2010-2012 гг.)

Вариант	Число бобов на 1 растение, шт.	Средняя масса семян, на 1 растение, г	Масса 1000 семян, г
1. Фон 0 – контроль	4,9	4,3	239
2. Фон 0 + инокуляция семян – фон 1	5,9	5,2	248
3. Фон 0 + Мо + Со + РРВ	6,8	5,2	255
4. Фон 1 + Мо + Со + РРВ	6,9	6,3	260
5. Фон 1 + K_{60} + Мо + Со + РРВ	7,6	7,1	276
6. Фон 1 + $P_{30}K_{60}$ + Мо + Со + РРВ	8,2	9,2	280
7. Фон 1 + $N_{30}K_{60}$ + Мо + Со + РРВ	9,0	9,6	284
8. Фон 1 + $N_{30}P_{30}K_{60}$ + Мо + Со + РРВ	9,3	10,1	295

Установлено, что комплексное применение агроприемов (инокуляция семян люпина белого, обработка их микроэлементами, регулятором роста и внесение минеральных удобрений) способствовали увеличению среднего числа бобов (7,6- 9,3 шт./раст.) и массы семян (7,1-10,1 г/раст.) на растение, а также массы 1000 семян (276-295 г) по сравнению с абсолютным контролем и вариантами с инокуляцией семян и без удобрений. Наименьшее число бобов, масса семян с одного растения и масса 1000 семян получены на контрольном варианте.

Большее число бобов на растении и масса семян с растения сформировались на вариантах 7 и 8 с использованием азотных удобрений (Фон 1 + $N_{30}K_{60}$ + Мо + Со + РРВ и Фон 1 + $N_{30}P_{30}K_{60}$ + Мо + Со + РРВ), их величина была в 1,8-2,3 раза больше, чем на контроле.

Для всесторонней оценки, взятых на изучение агротехнических приёмов возделывания люпина белого важное значение отводится формированию растениями урожая высокого качества.

Получение высококачественной, биологически полноценной и экологически безопасной продукции с одновременным повышением продуктивности агроценоза зерновых бобовых культур, в том числе и люпина белого –

основная задача современного аграрного производства. При возделывании люпина белого важными показателями для оценки качества зерна являются содержание в ней сырого белка, сырого жира и алкалоидов, а для учета продуктивности важно определить сбор кормовых единиц, сырого белка и жира с единицы площади.

Полученные нами результаты анализов, выполненных химической лабораторией ВНИИ люпина, свидетельствуют о том, что агрометеорологические условия и агротехнические приёмы возделывания, используемые в опыте, оказывали различное влияние на продуктивность растений и качество семян.

Содержание сырого белка в семенах было разным в годы исследований. Так, в очень засушливом 2010 г. содержание сырого белка в семенах колебалось от 32,0 до 36,5 %, а в 2011 и 2012 гг. – от 31,8 до 34,5% и от 29,2 до 34,3% соответственно. Максимальное содержание белка в семенах люпина белого (36,5%) было на 8 варианте опыта (Фон 1+N₃₀P₃₀K₆₀+ Мо + Со + РРВ) (прилож. 20, 21, 22.).

Содержание сырого жира в семенах люпина белого мало разнилось как по годам исследований, так и по вариантам опыта. В 2010 г. его содержание варьировало от 6,3 до 7,4%, в 2011 г. – от 7,7 до 8,5% и в 2012 г. – от 7,1 до 7,9%. Однако замечено, что в более благоприятных условиях вегетации люпина в его семенах было большее количество сырого жира. Так, максимальное его содержание (8,5%) отмечено в более благоприятном 2011 году на 8 варианте опыта (Фон 1+N₃₀P₃₀K₆₀+ Мо + Со + РРВ) а минимальное – в сильно засушливом 2010 г. на контрольном варианте.

Содержание каротина в семенах люпина белого изменялось незначительно. В 2010 и 2011 гг. его содержание варьировало от 4,2 до 5,6 мг/100 г, а в 2012 г. – от 4,6 до 5,8 мг/100г. Больше его содержалось на варианте Фон1+N₃₀P₃₀K₆₀+ Мо + Со + РРВ в 2012 году – 5,8 мг/100 г.

Содержание алкалоидов в семенах люпина было небольшим, и зависело от условий года. В очень засушливом 2010 г. алкалоидность семян соста-

вила 0,098-0,126 %, в менее засушливые 2011 и 2012 гг. – 0,080-0,091 и 0,102-0,156 % соответственно.

В среднем за три года исследований содержание сырого белка по вариантам опыта варьировало от 31,0 до 35,1 %, сырого жира – от 7,0 до 7,9%, каротина – от 4,3 до 5,7 мг/100 г и алкалоидов – от 0,093 до 0,124% (табл. 10).

Таблица 10 – Содержание белка, жира, каротина и алкалоидов в зерне люпина белого в зависимости от обработки семян ризоторфином, Мо, Со регулятором роста и применения минеральных удобрений (2010-2012 гг.)

Вариант	Сырой белок, %	Сырой жир, %	Каротин, мг/100 г	Алкалоиды, %
1.Фон 0 – контроль	31,0	7,0	4,3	0,093
2.Фон 0+инокуляция семян –фон 1	31,7	7,2	4,6	0,095
3.Фон 0 + Мо + Со + РРВ	32,6	7,3	4,6	0,097
4.Фон 1 + Мо + Со + РРВ	33,1	7,4	4,7	0,103
5.Фон 1 + K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	33,6	7,5	4,9	0,106
6.Фон 1 + P ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	34,2	7,6	5,4	0,110
7.Фон 1 + N ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	34,6	7,7	5,4	0,118
8.Фон 1 + N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀ + Мо+Со+ РРВ	35,1	7,9	5,7	0,124

Наибольшее содержание белка, жира и каротина в среднем за годы исследований в зерне люпина белого было на вариантах с инокуляцией семян, обработкой их микроэлементами, регулятором роста и внесением минеральных удобрений. Максимальное содержание сырого белка (35,1 %) в среднем за 2010-2012 гг. отмечено на 8 варианте опыта (Фон 1+N₃₀P₃₀K₆₀+ Мо + Со + РРВ).

Аналогичные закономерности отмечены также в содержании сырого жира и каротина. Содержание сырого жира варьировало от 7,5 до 7,9%, каротина – от 4,9 до 5,7 мг/100 г, тогда как на контроле – лишь 7,0% и 4,3 мг/100 г соответственно. Наибольшее содержание сырого жира (7,9 %) и каротина (5,7 мг/100 г) получено на 8 варианте (Фон 1+N₃₀P₃₀K₆₀+ Мо + Со +

РРВ), что связано с созданием более оптимальных условий минерального питания в агроценозе люпина белого.

Важным показателем, характеризующим ценность люпина с учётом его основного назначения в качестве источника биологически полноценного корма является сбор кормовых единиц и сырого белка в урожае зерна с гектара посева. Выход кормовых единиц и сырого белка, находился в прямой зависимости от условий вегетации, содержания его в зерне, урожайности и изучаемых агротехнических приёмов возделывания люпина.

Сбор кормовых единиц в урожае зерна люпина с гектара посева в 2010 г. в сильно засушливых условиях вегетации варьировал от 1,21 до 1,87 т/га, в менее засушливых 2011 и 2012 гг. – от 1,53 до 3,39 /га и от 1,93 до 3,03 т/га. Наибольшим (3,39 т/га) он был в 2011 году на 8 варианте опыта (Фон 1+N₃₀P₃₀K₆₀+ Мо + Со + РРВ). Это обусловлено более высокой урожайностью и менее засушливых условиях вегетации по сравнению с 2010 и 2012 гг. Аналогичные закономерности отмечены по сбору сырого белка и сырого жира (прилож. 23, 24, 25).

В среднем за три года исследований наибольший сбор кормовых единиц и сырого белка в урожае люпина белого был получен на вариантах с инокуляцией семян ризоторфином, обработкой их микроэлементами Мо и Со, регулятором роста лариксином и внесением минеральных удобрений (табл. 11). Сбор кормовых единиц составил 2,76 тыс./га, и сбор белка – 870 кг/га. На вариантах 2, 3, 4 (Фон 0 + инокуляция семян, Фон 0 +Мо + Со + РРВ и Фон 1+ Мо + Со + РРВ) эти показатели были меньшими и варьировали от 1,78 до 1,99 тыс./га, и от 510 до 600 кг/га соответственно, тогда как на контрольном варианте сбор кормовых единиц и сырого белка был еще меньше и составил 1,55 тыс./га и 430 кг/га (табл. 11).

Такая же закономерность по вариантам опыта наблюдалась и в содержании сырого жира, наибольший сбор которого с гектара посева люпина был получен при комплексном применении изучаемых агроприёмов. Он варьировал от 150 до 200 кг/га.

Таблица 11 – Сбор кормовых единиц, белка и жира в урожае зерна люпина белого сорта Деснянский в зависимости от инокуляции семян, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста (2010-2012 гг.)

Вариант	Урожай зерна, т/га	Сбор кормовых единиц, тыс./га	Сбор, кг/га	
			сырого белка	сырого жира
1.Фон 0 – контроль	1,41	1,55	430	100
2.Фон 0 + инокуляция семян – фон 1	1,62	1,78	510	120
3.Фон 0 +Мо+Со+РРВ	1,68	1,85	540	130
4.Фон 1+ Мо +Со+РРВ	1,81	1,99	600	130
5.Фон 1+К ₆₀ + Мо +Со + РРВ	2,02	2,22	670	150
6.Фон 1+P ₃₀ K ₆₀ +Мо+Со + РРВ	2,23	2,45	760	170
7.Фон 1+N ₃₀ K ₆₀ +Мо+Со+РРВ	2,34	2,57	800	180
8.Фон +N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀ +Мо+Со+РРВ	2,51	2,76	870	200

Максимальный сбор кормовых единиц, сырого белка и сырого жира в урожае зерна люпина получен на 8 варианте (Фон 1+N₃₀P₃₀K₆₀+ Мо + Со + РРВ), что объясняется оптимальным сочетанием изучаемых агроприёмов, благоприятно влияющих на продуктивность растений даже в засушливых условиях.

Следует отметить, что более устойчивый урожай зерна, сбор кормовых единиц, сырого белка и сырого жира с гектара посева люпина даже в засушливые годы обеспечивали 7 и 8 варианты опыта, где был применен весь комплекс изучаемых приемов: люпиновый ризоторфин, микроудобрения (молибдат аммония и сульфат кобальта), регулятор роста (лариксин) и минеральные удобрения в дозах N₃₀K₆₀ и N₃₀P₃₀K₆₀.

3.5. Экономическая и биоэнергетическая эффективность агроприёмов возделывания люпина белого

Совершенствование технологии возделывания кормового люпина, обеспечивающее увеличение урожайности, продуктивности и качества семян, должно быть экономически целесообразным, то есть малозатратным, прибыльным и высококорентабельным.

Создание благоприятных условий для растений люпина напрямую зависит от инокуляции семян бактериями *Rhizobium lupini* штаммом 367а, обработки семян микроэлементами молибденом и кобальтом, препаратом регуляторных веществ лариксином и от внесения минеральных удобрений которые влияют на величину урожая, а, следовательно, и на экономические показатели возделывания этой ценной высокобелковой культуры.

Экономическая эффективность сортов кормового люпина рассчитаны нами на основе типовых технологических карт, а также исходя из фактического уровня цен на материально-технические ресурсы и сельскохозяйственную продукцию, сложившихся в 2012 году.

Расчет экономической эффективности показал, что в условиях юго-западной части Центрального Черноземья возделывание люпина белого во всех изучаемых вариантах опыта было экономически выгодным. Так же установлено, что стоимость полученной продукции определялась в основном уровнем урожайности.

В наших опытах за 2010-2012 гг. выявлено, что более выгодно возделывать люпин белый при рациональном использовании ризоторфина, микроудобрений, регулятора роста и минеральных удобрений, ($N_{30}K_{60}$ и $N_{30}P_{30}K_{60}$), что показано в таблице 12.

Анализ экономической эффективности применения изучаемых приёмов возделывания люпина белого показал, что себестоимость производства 1 тонны зерна варьировала по вариантам опыта от 7,63 до 10,0 тыс. руб., которая существенно уменьшалась при применении инокуляции семян, микро-

элементов и регулятора роста и особенно в сочетании с внесением минеральных удобрений, несмотря на существенное увеличение производственных затрат с 13,5 тыс. руб./га до 15,9-17,9 тыс. руб./га.

Таблица 12 – Экономическая эффективность возделывания люпина белого сорта Деснянский в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста (2010-2013 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Себестоимость руб./т	Прибыль, руб./га	Уровень рентабельности, %
1.Фон 0 – Контроль	1,35	18900	13498	9999	5402	40,0
2.Фон 0 + Инокуляция семян – фон 1	1,51	21140	14631	9689	6509	44,5
3.Фон 0 + Мо + Со + РРВ	1,57	21980	14973	9537	7007	46,8
4.Фон 1 + Мо + Со + РРВ	1,69	23660	15431	9131	8229	53,3
5.Фон 1 + К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	1,91	26740	15980	8366	10760	67,3
6.Фон1 + Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	2,08	29120	16922	8136	12198	72,1
7.Фон 1 +N ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	2,19	30660	17352	7923	13308	76,7
8.Фон1+N ₃₀ Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	2,34	32760	17852	7629	14908	83,5

Комплексное применение изучаемых агроприемов, особенно с внесением минеральных удобрений, обусловило более высокую прибыль – 10,8-14,9 тыс. руб./га, тогда как контрольном варианте – лишь 5,4 тыс. руб./га.

Следует отметить, что с ростом урожайности и прибыли на этих вариантах опыта значительно повышался и уровень рентабельности производства, которая была на уровне 67,3-83,5%, что свидетельствует о рациональности возделывания люпина белого сорта Деснянский с использованием ризоторфина, микроэлементов Мо и Со, регулятора роста лариксина и минеральных удобрений даже в условиях засушливых вегетационных периодов.

Наибольшая прибыль и уровень рентабельности производства (14,9 тыс.руб./га и 83,5%) получены на 8 варианте (Фон 1+N₃₀Р₃₀К₆₀+ Мо +

Со + РРВ), несколько меньшие показатели (13,3 тыс.руб./га и 76,7 %) получены на 7 варианте опыта (Фон 1 + N₃₀K₆₀ + Мо + Со + РРВ). Стоимость полученной прибавки урожая на этих вариантах с избытком окупала затраты на применение ризоторфина, молибдата аммония, сульфата кобальта, лариксина (флавоноида дигидрокварцита), азотных, фосфорных и калийных удобрений.

Биоэнергетическая оценка необходима для выявления эффективности технологических приемов возделывания. Исследования энергетических аспектов дают возможность оценить функционирование агроэкосистем с учетом всех известных агроприемов и факторов. Поэтому в современном аграрном производстве ее проводят в комплексе с экономической оценкой.

Для расчета эффективности возделывания люпина, затрат энергии на производство продукции и энергии, накопленной в урожае, существует несколько методов, среди которых широкое распространение получила биоэнергетическая оценка агротехнических приемов. Суть ее сводится к расчету затрат энергии на производство продукции и энергии, накопленной в урожае.

Результаты исследований показали, что в зависимости от вариантов опыта биоэнергетическая эффективность возделывания люпина белого была различной. Выход обменной энергии с урожаем люпина белого, был наибольшим при комплексном применении изучаемых агротехнических приемов возделывания, особенно при внесении минеральных удобрений и варьировал от 27,7 до 33,9 ГДж/га, что было существенно больше, чем на контрольном варианте – 19,6 ГДж/га (табл. 13). Наибольшее количество энергии получено на 8 варианте (Фон 1 + N₃₀P₃₀K₆₀ + Мо + Со + РРВ). Оно составило 33,9 ГДж/га и обусловило самый большой чистый энергетический доход.

Затраты совокупной энергии варьировали от 12,3 до 13,8 ГДж/га на контроле и вариантах с микроэлементами, инокуляцией и регулятором роста и до 16,4-19,2 ГДж/га – на вариантах с применением удобрений. Это изменение в большей степени связано с затратами на минеральные удобрения. Совместное применение изучаемых агроприемов было сопряжено с увеличени-

ем энергозатрат на 4,1-6,9 ГДж/га при одновременном повышении выхода обменной энергии с урожаем на 8,1-14,3 ГДж/га.

Таблица 13 – Биоэнергетическая эффективность производства зерна люпина в зависимости от применения ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста (2010-2013 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Выход обменной энергии, ГДж/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Прирост общей энергии, ГДж/га	Коэффициент
1.Фон 0 – абсолютный контроль	1,35	19,6	12,3	7,3	1,6
2.Фон 0+Инокуляция семян – фон 1	1,51	21,9	12,8	9,1	1,7
3.Фон + Мо + Со + РРВ	1,57	22,8	13,3	9,5	1,7
4.Фон 1 + Мо + Со + РРВ	1,69	24,5	13,8	10,7	1,8
5.Фон 1 + K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	1,91	27,7	16,4	11,3	1,7
6.Фон 1 + P ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	2,08	30,2	17,0	13,2	1,8
7.Фон 1 + N ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	2,19	31,8	18,3	13,5	1,7
8.Фон 1 + N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	2,34	33,9	19,2	14,7	1,8

Исходя из проведенных исследований, анализа урожайности и биоэнергетической эффективности, изучаемых агроприемов возделывания – лучшим оказался 8 вариант с совместным применением инокуляции семян, микроэлементов, регулятора роста и внесения минеральных удобрений Фон 1 + N₃₀P₃₀K₆₀ + Мо + Со + РРВ, обеспечивший наибольшую урожайность – (2,34 т/га), прирост общей энергии (14,7 ГДж/га) и довольно высокий коэффициент биоэнергетической эффективности (1,8).

4. ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НОВЫХ СОРТОВ И СОРТООБРАЗЦОВ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО И БЕЛОГО

В сельхозпредприятиях юго-западной части Центрального Черноземья, куда входит Белгородская область, наиболее распространёнными зерновыми бобовыми культурами являются горох и соя. Однако их урожайность и площадь посева остаются небольшими. В хозяйствах с лучшей агротехникой выращивают по 3,0-3,5 т/га гороха и 2,0-2,5 т/га сои, но ограничиваться в современном аграрном производстве только двумя этими зернобобовыми культурами экономически не целесообразно. Из разнообразия зерновых бобовых культур, наиболее перспективными, для возделывания на зерно в юго-западной части ЦЧР, могут быть люпин узколистный и люпин белый.

Характерной особенностью зерна современных кормовых сортов узколистного и белого люпина является его высокобелковость, которая создаёт предпосылки для решения одной из важных мировых проблем – устранение белкового дефицита. По количеству белка в семенах кормовой люпин превышает такие зерновые бобовые культуры, как горох, кормовые бобы, вику, а по качеству белка, переваримости и усвоению его животными не уступает сое.

В настоящее время появились скороспелые, высокопродуктивные и адаптивные неосыпающиеся сорта кормового люпина с низкой алкалоидностью, которые успешно могут возделываться на черноземных почвах юго-западной части Центрально-Черноземного региона. Новые кормовые сорта и сортообразцы узколистного и белого люпина, созданные во ВНИИ люпина, применительно к местным условиям не достаточно изучены. В связи с этим появилась необходимость подобрать для условий ЦЧР РФ, в том числе и для Белгородской области, наиболее адаптивные сорта люпина, обеспечивающие высокую урожайность, продуктивность и качество зерна при наименьших материальных и энергетических затратах.

4.1. Особенности роста и развития сортов и сортообразцов люпина узколистного и белого

Сорта и сортообразцы кормового люпина с высокой адаптивностью представляют большой интерес для природно-климатических условиях юго-западной части Центрального Черноземья. Закономерно сменяющие друг друга и отличающиеся физиологическими, морфологическими и биохимическими особенностями фенофазы растений в течение вегетационного периода в наших опытах зависели от условий года, а также от вида и генотипа.

Непосредственно от продолжительности вегетационного периода зависит величина урожая кормового люпина. Период активной вегетации растений был неодинаков по годам и сильно зависел от складывающихся погодных условий, а также от свойств сорта и сортообразца.

Объектами исследований в наших полевых опытах были 18 сортов и сортообразцов люпина узколистного зернофуражного назначения и два сорта и один сортообразец узколистного люпина сидерального назначения, а также 20 сортов и сортообразцов белого зернокормового люпина.

Исследованиями установлено, что в благоприятном 2011 году в сравнении с более засушливым вегетационным периодом 2012 года период «всходы-созревание» у сортов и сортообразцов как белого, так и узколистного люпина был более продолжительным и варьировал от 92 до 105 и от 108 до 120 суток соответственно (прилож. 26, 27). Однако в засушливом 2012 году растения обоих видов развивались ускоренно, но более скороспелым видом был узколистный люпин. Его период «всходы-созревание» изменялся от 50 до 66 суток, тогда как у люпина белого он был более продолжительным и составлял 68 - 95 суток.

Среди изучаемых сортов люпина узколистного в среднем за 2011-2012 гг. наиболее скороспелыми оказались сорта сидерального назначения, у которых период «всходы – созревание» был наименьшим и варьировал от 71 до 72 суток, у сортов и сортообразцов зернового назначения он был боль-

шим – от 75 до 85 суток. У всех сортов и сортообразцов люпина белого период «всходы-созревание» был больше, чем у узколистного люпина и составлял 88-107 суток (табл. 14).

Таблица 14 – Продолжительность периодов «всходы – созревание» и «посев – созревание» сортов и сортообразцов люпина узколистного и белого, суток (2011- 2012 гг.)

Сорт, сортообразец узколистного люпина	Всходы-созревание	Посев-созревание	Сорт, сортообразец белого люпина	Всходы-созревание	Посев-созревание
Кристалл, St	76	95	Дега, St	88	108
Смена	77	96	СН 816-09	88	108
Радужный	79	98	СН 990-09	88	108
Витязь	75	93	АИФ 5049	90	110
ФЛУ 65-08	80	99	СН 156-07	91	111
СН 106-08	81	100	СН 206-07	91	111
СН 107-08	77	96	СН 1014-09	95	115
СН 73-09	82	101	Деснянский (Р-2010)	96	115
Рад 87-05	81	100	СН 67-08	93	113
СН 78-07	82	101	СН 1022-09	94	113
Белозерный 110 × Ащадный	79	98	СН 61-08	95	115
Брянский 67-10	80	99	СН 74-08	96	115
Брянский 69-10	85	104	СН 72-08	96	116
СН 59-05	82	101	СН 4-08	97	117
Высокорослый 140-10	83	102	СН 1015-09	103	123
Высокорослый 187-10	84	103	СН 1019-09	102	122
Тамир × Белозерный 121, в/р	84	103	СН 61-06	106	125
Вектор	79	98	СН 220-07	106	126
Сидераты			СН 935-09	104	124
			СН 1031-09	107	126
Сидерат 38, St	72	91	-		
Брянский сидерат	73	92	-		
Добрыня 320 × д118/94	71	90	-		

Сопоставляя эти сроки с метеорологическими условиями в годы проведения исследований, можно сделать вывод, что длина вегетационного пе-

риода зависит от вида и сорта, сортообразца кормового люпина, теплообеспеченностью и количеством выпавших осадков.

4.2. Динамика высоты и накопления воздушно-сухой массы растений люпина узколистного и белого

Высота растений. Общепринятым способом контроля за ростом и развитием растений является периодическое измерение их высоты в процессе вегетации. Высота растений кормового люпина различалась в зависимости от вида, сорта, сортообразца и условий вегетации.

В наших исследованиях высота растений у сортов и сортообразцов люпина узколистного была меньше чем у люпина белого, что обусловлено генетическими особенностями этих видов.

Однако существенные различия в динамике высоты узколистного и белого люпина отчетливо проявились только в более поздние фазы (цветение и образование бобов), тогда как в ранние фазы (нарастание листьев, ветвление, и бутонизация) различия по высоте были минимальными.

Так, в среднем за 2011- 2012 гг. в фазе образования бобов наибольшая высота растений люпина узколистного (52,5-65,8 см) была отмечена у сортов: Смена, Витязь, Сидерат 38, Брянский сидерат, у сортообразцов СН 78-07, Тамир × Белозерный 121, в/р, Добрыня 320 × д118/94, СН 59-05, Высокорослый 187 – 10, ФЛУ 65-08 и СН 107-08, высота которых варьировала от 56,9 до 68,1 см (табл. 15). Остальные сорта и сортообразцы формировали менее высокие растения. Наименьшей высота растений была у стандартного сорта Кристалл во все фазы вегетации.

Показатели прироста высоты растений сортов и сортообразцов узколистного люпина в среднем за два года исследований были различными в межфазные периоды и зависели как от сорта, так и от условий вегетации.

Таблица 15 – Динамика высоты растений сортов и сортообразцов люпина узколистного (2011-2012 гг.)

Сорт, сортообразец	Высота растений в зависимости от фазы развития, см				
	стебле- вание	ветвле- ние	бутони- зация	цвете- ние	образова- ние бобов
Кристалл, St	13,2	21,9	35,1	44,6	50,9
Смена	16,0	28,6	41,9	54,7	61,6
Радужный	18,6	26,7	41,3	49,7	56,6
Витязь	14,4	27,1	40,3	45,5	52,5
ФЛУ 65-08	19,8	31,3	46,6	55,1	57,8
СН 106-08	13,5	24,9	38,8	48,7	57,1
СН 107-08	13,8	25,5	36,1	49,9	56,9
СН 73-09	14,1	27,5	41,8	50,3	57,3
Рад 87-05	13,9	28,5	41,9	46,3	52,9
СН 78-07	15,8	32,0	46,2	57,7	68,1
Белозерный 110 × Ащадный	14,1	24,4	38,3	50,0	60,8
Брянский 67-10	13,6	25,5	40,1	44,3	52,8
Брянский 69-10	13,2	27,8	40,8	45,3	53,4
СН59-05	16,9	28,9	41,8	49,1	62,6
Высокорослый 140-10	14,9	27,3	36,9	47,1	59,9
Высокорослый 187-10	14,9	31,9	44,1	51,7	59,3
Тамир × Белозерный 121, в/р	17,6	34,6	44,8	55,6	64,9
Вектор	13,7	25,9	34,3	41,9	58,1
Сидерат 38, St	16,3	34,4	48,4	54,7	65,8
Брянский сидерат	17,4	33,2	49,2	56,0	64,8
Добрыня 320 × д118/94	18,4	34,3	45,5	54,2	63,1

У всех сортов зернового направления за исключением сорта Вектор максимальное значение прироста высоты отмечено в межфазный период «ветвление – бутонизация», что связано с неравномерным увлажнением.

У сортообразцов узколистного люпина зернокармального направления отмечена несколько иная закономерность. Максимальный прирост высоты (14,6-16,2 см) получен в межфазный период «стеблевание – ветвление» у сортообразцов Рад 87-05, Брянский 69-10, СН 78-07, Высокорослый 187-10 и Тамир × Белозерный 121, в/р – 17,0 см, а у сортообразцов Белозерный 110 ×

Ащадный, СН 106-08, Брянский 67-10 и ФЛУ 65-08 в период «ветвление – бутонизация» прирост высоты был максимальным и варьировал от 13,9 до 15,3 см соответственно.

У более скороспелых сидеральных сортов узколистного люпина максимальный прирост высоты отмечен в межфазные периоды «стеблевание – ветвление» и «ветвление – бутонизация» и составил 15,8-18,1 и 11,2-16,0 см, а в последующие межфазные периоды «бутонизация – цветение» и «цветение – образование бобов» был существенно меньше – от 6,3 до 8,7 и от 8,8 до 11,1 см (прилож. 28).

Динамика роста высоты растений у сортов и сортообразцов люпина белого в среднем за два года исследований изменялась в зависимости от фазы и почвенно-климатических условий вегетации. Как было отмечено выше наиболее отчетливые различия сортов и сортообразцов узколистного и белого люпина отмечены в фазе цветения. Растения сортов и сортообразцов люпина белого в эту и последующую фазу формировали большую высоту по сравнению с люпином узколистным. Так, в фазе цветения в среднем за 2011 – 2012 гг. наименьшая высота (ниже стандартного сорта Дега – 54,6 см), получена у сортообразцов: СН 61-08 – 44,3 см, СН 74-08 – 47,7 см, СН 156-07 – 49,2 см, СН 990-09 – 52,1 см, СН 220-07 – 52,6 см, СН 61-06 – 53,3 см. Наибольшую высоту в сравнении со стандартным сортом обеспечили сортообразцы: СН 4-08 – 54,8 см, СН 1019-09 – 55,7 см, СН 67-08 – 57,3 см, СН 72-08 – 57,7 см, СН 935-09 – 58,3 см, СН 816-09 – 58,6 см и СН 1031 – 09 – 59,9 см. Максимальное значение высоты растений в эту фазу было получено у сортообразцов СН 1015-09 – 60,0 см, АИФ 5049 – 61,2 см и Деснянский (Р 2010) – 63,6 см (табл. 16).

Высота растений была максимальной в фазе образования бобов у сортообразцов СН 220-08 – 70,6 см, Деснянский (Р2010) – 72,2 см, СН 1015-09 – 75,6 см и СН 1031-09 – 75,7 см. Это, очевидно, сказалось на накоплении ими сухих веществ и на формирование продуктивности растений в целом.

Таблица 16 – Динамика высоты растений сортов и сортообразцов люпина белого (2011-2012 гг.)

Сорт, сортообразец	Высота растений в зависимости от фазы развития, см				
	стебле- вание	ветвле- ние	бутони- зация	цвете- ние	образова- ние бобов
Дега, St	11,8	23,5	39,9	54,6	66,7
СН 816-09	13,2	23,5	44,9	58,6	68,9
СН 990-09	10,7	20,9	38,7	52,1	60,9
АИФ 5049	13,1	23,9	37,1	61,2	69,5
СН 156-07	12,7	20,4	34,8	49,2	56,8
СН 206-07	12,9	21,9	41,5	53,2	65,3
СН 1014-09	12,1	17,9	33,9	52,5	61,1
Деснянский (Р-2010)	14,9	25,8	47,3	63,6	72,2
СН 67-08	13,9	24,1	39,1	57,3	68,9
СН 1022-09	13,5	24,3	33,9	52,1	63,4
СН 61-08	13,3	23,3	31,9	44,3	58,8
СН 74-08	11,7	17,2	38,5	47,7	59,9
СН 72-08	11,9	22,8	38,0	57,7	65,4
СН 4-08	12,2	20,0	35,2	54,8	64,1
СН 1015-09	10,0	17,6	38,6	60,0	75,6
СН 1019-09	12,6	18,1	39,6	55,7	65,9
СН 61-06	10,7	16,6	31,4	53,3	66,4
СН 220-07	10,4	18,6	34,9	52,6	70,6
СН 935-09	11,0	17,4	33,9	58,3	69,4
СН 1031-09	10,6	17,9	35,1	59,9	75,7

Прирост высоты растений люпина белого был различным и зависел от условий года, условий увлажнения в конкретный межфазный период и от сорта или сортообразца.

В среднем за 2011-2012 гг. у сортов и сортообразцов люпина белого прирост высоты был больше чем у узколистного, особенно в межфазные периоды «ветвление – бутонизация» и «бутонизация – цветение». Он варьировал от 8,6 до 21,5 и от 9,2 до 24,8 см соответственно, тогда как в период «стеблевание – ветвление» лишь от 5,5 до 11,7 см (прилож. 29).

Неблагоприятные, засушливые условия в годы проведения исследований отрицательно сказывались на обоих видах, а также сортах и сортообразцах люпина, о чем свидетельствует относительно малая высота их растений.

Накопление сухого вещества. Изучение динамики накопления воздушно-сухого вещества люпина в зависимости от вида, сорта или сортообразца и погодных условий также предусматривалось нашими исследованиями. Они показали, что интенсивность накопления воздушно-сухого вещества в значительной степени зависела от вида люпина, сорта, сортообразца и условий вегетации. В более благоприятных условиях явно увеличивалась биомасса растений как узколистного, так и белого люпина.

В среднем за 2011-2012 гг. в засушливых условиях вегетационного периода у люпина узколистного в фазе нарастания листьев масса воздушно-сухого вещества была минимальной, и изменялась в зависимости от изучаемого сорта и сортообразца, её значение варьировало от 0,6 до 1,9 г/растение.

Наибольшая масса сухого вещества (25,3-29,2 г/раст) получена в фазе образования бобов.

Большую массу воздушно-сухого вещества сформировали сортообразцы ФЛУ 65-08, СН 78-07 – 28,2 г/раст., СН 59-05 – 28,6 г/раст., Добрыня 320 × д118/94 – 29,0 г/раст. и Брянский 69-10 – 29,2 г/раст. (табл. 17).

Учеты прироста воздушно-сухой массы показали, что в среднем за два года наибольшим он был у сортов и сортообразцов люпина узколистного в межфазный период «бутонизация – цветение» и варьировал от 12,3 до 15,2 г/раст. У сортообразцов (СН 78-07 и Брянский 69-10) отмечен наибольший прирост воздушно-сухой массы межфазный период «цветение – образование бобов» – 10,3 и 11,4 г/раст. Это зависело от скороспелости сортообразцов.

Максимальный прирост массы растений в этот период обеспечили сорта Витязь – 14,4 г/раст, Вектор – 14,7 г/раст и сортообразцы Тамир × Белозерный 121 в/р – 14,3 г/раст., СН 73-09 – 14,7 г/раст. и Добрыня 320 × д118/94 – 15,2 г/раст. (прилож. 30).

Таблица 17 – Динамика накопления воздушно-сухой массы растений
сортов и сортообразцов люпина узколистного (2011-2012 гг.)

Сорт, сортообразец	Масса растений в зависимости от фазы развития, г				
	стебле- вание	ветвле- ние	бутона- ция	цвете- ние	образова- ние бобов
Кристалл, St	1,2	2,3	5,3	17,9	26,7
Смена	1,6	2,5	5,8	18,9	27,8
Радужный	1,7	2,7	5,6	19,2	27,5
Витязь	0,9	1,7	5,3	19,7	27,5
ФЛУ 65-08	1,6	2,8	5,8	19,2	28,2
СН 106-08	0,8	1,6	4,1	17,2	25,5
СН 107-08	1,3	2,2	5,5	18,8	26,7
СН 73-09	1,1	2,0	5,0	19,7	25,8
Рад 87-05	0,6	1,8	4,8	17,3	22,9
СН 78-07	1,8	2,6	5,6	17,9	28,2
Белозерный 110 × Ащадный	1,1	2,1	4,7	18,6	26,0
Брянский 67-10	1,1	2,2	4,3	16,6	26,6
Брянский 69-10	1,1	2,1	4,5	17,8	29,2
СН 59-05	1,9	2,6	5,2	19,6	28,6
Высокорослый 140-10	0,8	1,0	3,9	17,8	26,9
Высокорослый 187-10	0,9	1,9	4,2	17,6	27,1
Тамир × Белозерный 121, в/р	1,8	2,7	5,4	19,7	26,3
Вектор	0,9	1,7	4,1	18,8	25,3
Сидерат 38, St	1,1	1,8	4,9	17,9	26,4
Брянский сидерат	1,8	2,8	6,2	19,4	27,9
Добрыня 320 × д118/94	1,6	3,0	6,7	21,9	29,0

В среднем за 2011-2012 гг. воздушно-сухая масса растений у сортов и сортообразцов люпина белого была больше чем у узколистного люпина. Наибольшей (23,4-31,2 г/раст.) она была в фазе образования бобов (табл. 18).

Максимальное накопление массы воздушно-сухого вещества обеспечили растения сорта Дега (стандарт) – 29,20 г/раст. и сортообразцы СН 816-09 – 30,9 г/раст, Деснянский (Р 2010) – 31,2 г/раст.

Прирост массы воздушно-сухого вещества растений сортов и сортообразцов люпина белого существенно зависел от погодных условий. У одних сортов прирост массы растений был максимальным в межфазный период «бутонация – цветение», а у других – в период «цветение - образование бо-

бов». Это связано с более продолжительным вегетационным периодом и разновременностью наступления фенофаз у растений разных сортов.

Таблица 18 – Динамика воздушно-сухой массы растений сортов и сортообразцов люпина белого (2011-2012 гг.)

Сорт, сортообразец	Масса растений в зависимости от фазы развития, г				
	стебле- вание	ветвление	бутони- зация	цвете- ние	образова- ние бобов
Дега, St	2,3	5,9	8,5	21,1	29,0
СН 816-09	2,5	5,7	7,8	22,1	30,9
СН 990-09	1,8	2,8	7,0	17,9	23,4
АИФ 5049	2,5	4,7	7,8	18,9	28,2
СН 156-07	1,7	4,5	7,6	20,7	28,7
СН 206-07	2,2	5,1	8,5	22,8	29,0
СН 1014-09	1,3	4,5	7,8	20,1	27,4
Деснянский (Р-2010)	2,6	5,1	8,6	21,1	31,2
СН 67-08	2,5	5,1	8,5	21,3	31,2
СН 1022-09	2,0	4,4	8,2	16,9	28,3
СН 61-08	1,9	2,7	7,3	13,3	24,8
СН 74-08	1,2	2,9	7,8	14,7	27,2
СН 72-08	1,6	3,4	7,5	15,5	27,9
СН 4-08	1,8	3,1	7,1	15,3	26,3
СН 1015-09	1,6	3,9	7,8	15,7	29,2
СН 1019-09	2,0	4,1	8,0	17,3	29,7
СН 61-06	1,4	3,0	7,6	18,5	28,7
СН 220-07	1,5	3,8	7,8	19,7	28,3
СН 935-09	1,5	3,6	8,0	17,1	27,3
СН 1031-09	1,6	4,3	7,3	18,6	25,7

В межфазный период «бутонизация – цветение» прирост воздушно-сухого массы у стандартного сорта Дега был 12,6 г/раст. Больше он оказался у сортообразцов СН 67-08 – 12,8 г/раст., СН 156-07 – 13,1 г/раст. и СН 206-07, СН 816 - 09 – 14,3 г/раст. У этих же сортов и сортообразцов прирост массы был максимальным за всю вегетацию. Остальные сортообразцы уступали стандартному сорту.

В более поздний межфазный период «цветение – образование бобов» за весь период вегетации величина прироста воздушно-сухой массы была

большей у сортообразцов СН 1022-09 – 11,4 г/раст., СН 61-08 – 11,5 г/раст., СН 72-08 и СН 1019-09 – 12,4 г/раст., СН 74-08 – 12,5 г/раст. и СН 1015-09 – 13,5 г/раст. (прилож.31).

Результаты исследований показали, что в засушливых условиях прирост высоты и накопление воздушно-сухой массы растениями у сортов и сортообразцов люпина узколистного и белого сильно зависели от погодных условий и сортовых особенностей.

Фотосинтетическая деятельность. На динамику формирования ассимилирующей поверхности наряду с агротехническими приемами и экологическими условиями большое влияние оказывают особенности биологии вида и сорта.

В наших полевых опытах площадь ассимилирующей поверхности зависела как от условий года, так и от вида и сорта, сортообразца кормового люпина.

Так, площадь листьев люпина белого была большей, чем у люпина узколистного, что обусловлено генетическими особенностями обоих видов люпина, а также условиями вегетации.

Площадь листового аппарата растений сортов и сортообразцов узколистного люпина зависела от сорта, сортообразца и фазы развития растений.

Наименьшая площадь листьев в 2011 г. (1,0-2,6 тыс. м²/га) была в фазе нарастания листьев, а максимальная её величина (14,8-19,4 тыс. м²/га) отмечена в фазе образования бобов.

В 2012 году площадь листьев растений сортов и сортообразцов люпина узколистного была меньше по сравнению с менее засушливым 2011 годом. Так, в фазе нарастания листьев она была минимальной и варьировала от 1,0 до 2,3 тыс. м²/га. В фазе образования бобов отмечена максимальная (14,2-18,9 тыс. м²/га) её величина за всю вегетацию (прилож. 32, 33).

В менее засушливом 2011 году у растений сортов и сортообразцов люпина площадь ассимилирующей поверхности была большей, чем в 2012 году. Максимальная площадь листьев (24,8-32,7 тыс. м²/га) за в 2011-2012 г. сфор-

мировалась к фазе образования бобов у всех сортов и сортообразцов, но в 2012 г. она была меньше чем в эту же фазу 2011 года и варьировала от 20,6 до 30,0 тыс. м²/га. Как в 2011, так и в 2012 году наименьшая площадь ассимилирующей поверхности (1,6-3,0 и 1,2-2,8 тыс. м²/га) у всех сортов и сортообразцов люпина белого была отмечена в фазе нарастания листьев, то есть в начале вегетации (прилож. 34, 35).

В среднем за 2011-2012 гг. среди сортов и сортообразцов люпина узколистного большую площадь листьев сформировали: Сидерат 38, St, Брянский сидерат, Добрыня 320 × д118/94 – 18,9 тыс. м²/га, СН 59-05 – 18,3 тыс. м²/га, Тамир × Белозерный 121, в/р – 18,1 тыс. м²/га, Витязь – 17,2 тыс. м²/га, СН 78-07 – 17,2 тыс. м²/га и ФЛУ 65-08 - тыс. м²/га (табл. 19).

Таблица 19 – Динамика площади листьев сортов и сортообразцов люпина узколистного, тыс. м²/га (2011-2012 гг.)

Сорт, сортообразец	Фаза развития				
	стебле- вание	ветвле- ние	бутониза- ция	цвете- ние	образование бобов
Кристалл, St	2,4	2,7	5,9	12,7	15,4
Смена	3,2	3,6	6,6	13,9	16,0
Радужный	3,0	3,2	7,1	14,6	16,7
Витязь	3,2	3,4	7,7	14,4	17,2
ФЛУ 65-08	3,6	3,8	7,3	15,0	17,0
СН 106-08	3,0	3,4	7,3	13,3	15,7
СН 107-08	3,0	3,5	7,1	12,5	16,7
СН 73-09	2,6	3,3	6,1	11,9	14,6
Рад 87-05	2,5	3,4	6,1	11,4	14,9
СН 78-07	4,2	4,5	7,0	14,8	17,2
Белозерный 110 х Ащадный	2,9	3,3	6,9	12,6	16,9
Брянский 67-10	3,0	3,3	6,0	13,0	16,7
Брянский 69-10	2,9	3,4	6,3	13,2	14,7
СН 59-05	3,5	3,8	7,2	14,4	18,3
Высокорослый 140-10	2,5	3,2	5,8	13,1	14,7
Высокорослый 187-10	2,9	3,2	6,7	12,6	16,1
Тамир × Белозерный 121, в/р	4,3	4,7	5,7	15,0	18,1
Вектор	2,9	3,4	5,9	11,4	15,3
Сидерат 38, St	4,7	5,2	8,5	15,8	18,9
Брянский сидерат	4,7	5,4	8,3	15,9	18,9
Добрыня 320 × д118/94	4,6	5,1	8,5	15,3	18,9

Изучаемые сорта и сортообразцы люпина белого в среднем за два года исследований формировали большую площадь листовой поверхности. Наиболее четко это прослеживается в фазе бутонизации и, особенно в фазе образования бобов. В фазах же нарастания листьев и ветвления различия по величине площади листьев были небольшими, а у некоторых сортообразцов люпина узколистного в фазах нарастания листьев и ветвления площадь была больше, чем у растений люпина белого (табл. 20). Это было связано с более интенсивным ростом ассимилирующей поверхности у некоторых сортов и сортообразцов узколистного люпина.

Таблица 20 – Динамика площади листьев сортов и сортообразцов люпина белого, тыс. м² /га (2011-2012 гг.)

Сорт, сортообразец	Фаза развития				
	стебле- вание	ветвле- ние	бутони- зация	цвете- ние	образование бобов
Дега, St	2,0	4,3	11,0	17,8	27,3
СН 816-09	2,5	5,9	13,1	22,4	29,0
СН 990-09	2,2	4,6	9,9	19,1	25,3
АИФ 5049	2,6	6,5	12,4	23,1	29,2
СН 156-07	1,9	4,3	10,3	15,6	27,0
СН 206-07	2,4	4,6	9,6	18,7	27,7
СН 1014-09	1,7	3,8	10,4	18,7	26,3
Деснянский (Р-2010)	2,5	6,1	13,2	19,9	29,6
СН 67-08	2,6	5,6	12,5	19,0	28,5
СН 1022-09	2,8	7,3	13,4	23,6	30,7
СН 61-08	2,8	6,6	11,7	21,7	29,6
СН 74-08	2,6	6,8	11,9	22,9	29,9
СН 72-08	1,9	4,9	9,8	20,4	26,3
СН 4-08	2,0	5,0	10,8	19,5	27,9
СН 1015-09	1,8	4,9	10,6	19,1	25,2
СН 1019-09	1,8	4,4	11,1	17,8	22,8
СН 61-06	1,9	4,6	10,2	17,5	24,2
СН 220-07	1,5	4,2	10,0	15,3	25,0
СН 935-09	1,6	4,2	11,3	14,8	26,4
СН 1031-09	1,7	4,2	11,1	16,1	24,0

Максимального значения величина листовой поверхности растений белого люпина в среднем за 2011-2012 гг. также достигала к фазе образова-

ния бобов. В этой фазе наибольшую площадь листьев сформировали сортообразцы: СН 1022-09 – 30,7 тыс.м²/га, СН 74-08 – 29,9 тыс.м²/га, Деснянский (Р2010) – 29,6 тыс.м²/га, СН 61-08 – 29,6 тыс.м²/га, АИФ 5049 – 29,2 тыс.м²/га и СН 816 – 09 – 29,0 тыс.м²/га.

4.3. Урожайность, элементы ее структуры и адаптивность сортов и сортообразцов люпина узколистного и белого

Формирование густоты продуктивного стеблестоя. Известно, что урожайность культуры – это произведение двух сомножителей – числа продуктивности растений на единице площади и средней индивидуальной продуктивности каждого растения. Число продуктивных растений на площади зависит от нормы высева семян, их полевой всхожести, числа всходов на единице площади и сохранности растений.

Средние величины этих показателей по каждому изучаемому сорту и сортообразцу приведены в таблице 21.

Высеянные семена изучаемых сортов и сортообразцов белого люпина в сравнении с люпином узколистным были несколько более крупными (в среднем масса 1000 семян составляла соответственно 260 и 150 г). В связи с этим узколистный люпин высевали на глубину 3-4 см по 130 семян, а белый – на 4-5 см по 120 семян на 1 м², то есть по 20 и 18 шт. на 1 п. м. ряда соответственно.

В среднем сорта и сортообразцы люпина имели достаточно высокую полевую всхожесть семян и хорошую сохранность растений к уборке. При этом белый люпин имел несколько большую (на 5,2 абс. %) полевую всхожесть семян, что может быть связано с их большей крупностью (и возможно с меньшей тверδοкаменностью) семян, а также с большей (на 1 см) глубиной посева в более влажный слой почвы. Сохранность растений к уборке была достаточно хорошей (94,5-95%) у обоих видов люпина.

Таблица 21 – Густота всходов, полевая всхожесть семян и сохранность растений сортов и сортообразцов люпина узколистного и белого, шт./м² (2011-2012 гг.)

Сорт, сортообразец	Число всходов, шт./м ²	Полевая всхожесть, %	Число растений перед уборкой, шт./м ²	Сохранность растений к уборке, %
Люпин узколистный зернокармовой				
Кристалл, St	106	81,5	94	88,7
Смена	107	82,3	98	91,6
Радужный	104	80,0	96	92,3
Витязь	109	83,8	106	97,2
ФЛУ 65-08	111	85,4	104	93,7
СН 106-08	105	80,8	102	97,1
СН 107-08	108	83,1	103	95,4
СН 73-09	105	80,8	104	99,0
Рад 87-05	108	83,1	105	97,2
СН 78-07	111	85,4	103	92,8
Белозерный 110×Ащадный	97	74,6	92	94,8
Брянский 67-10	98	75,4	92	93,9
Брянский 69-10	100	76,9	97	97,0
СН 59-05	96	73,8	93	96,9
Высокорослый 140-10	106	81,5	100	94,3
Высокорослый 187-10	100	76,9	96	96,0
Тамир×Белозерный 121, в/р	102	78,5	98	96,1
Вектор	104	80	99	95,2
Люпин узколистный сидеральный				
Сидерат 38, St	95	73,1	92	96,8
Брянский сидерат	108	83,1	104	96,3
Добрыня 320×д118/94	107	82,3	100	93,4
Среднее по сортам	104,1	80,1	99	95,0
Люпин белый зернокармовой				
Дера, St	97	80,8	95	97,9
СН 816-09	100	83,3	97	97,0
СН 990-09	99	82,5	94	94,9
АИФ 5049	104	86,7	99	95,2
СН 156-07	100	83,3	91	91,0
СН 206-07	106	88,3	101	95,3
СН 1014-09	107	89,2	102	95,3
Деснянский (Р-2010)	103	85,8	101	98,0
СН 67-08	101	84,2	99	98,0
СН 1022-09	100	88,3	93	93,0
СН 61-08	101	84,2	99	98,0
СН 74-08	99	82,5	94	94,9
СН 72-08	95	79,2	85	89,5
СН 4-08	98	81,7	91	92,8
СН 1015-09	102	85	91	89,2
СН 1019-09	103	85,8	96	93,2
СН 61-06	107	89,2	97	90,6
СН 220-07	107	89,2	102	95,3
СН 935-09	110	91,7	104	94,5
СН 1031-09	103	85,8	99	96,1
Среднее по сортам	102	85,3	96,5	94,5

Густота продуктивного стеблестоя зависит, как известно, не только от нормы высева семян, но и от их полевой всхожести и от сохранности растений к уборке, которые в большей степени определяются, экологическими и агротехническими факторами. Однако на них очевидно могут влиять и сортовые особенности семян. Семена разных сортов и сортообразцов, посеянные при одинаковых экологических и агротехнических условиях, показали не одинаковую полевую всхожесть. Лучшую полевую всхожесть (выше стандарта и выше среднесортной) имели сорта Смена и Витязь; сортообразцы: ФЛУ 65-08, СН 78-07, а также СН 107-08, Рад 87-05 и др., хуже она была у сорта Сидерат 38 и у сортообразцов СН 59-05, Белозерный 110 × Ащадный, Брянский 67-10 и др. До уборки лучше сохранились растения сорта Витязь, сортообразцов Рад 87-05, СН 106-08, Брянский 69-10, СН 59-05 и др. Сорт Витязь и сортообразцы Рад 87-05, Брянский сидерат имели высокую полевую всхожесть семян и сохранность растений.

Среди образцов люпина белого полевую всхожесть выше среднесортной имели сортообразцы СН 935-09, СН 220-07, СН 61-06, а также СН 1022-09, СН 1014-09, СН 206-07 и др. Ниже других полевую всхожесть имели сорта Дега, сортообразцы СН 72-08, СН 4-08, СН 74-08 и др.

Лучшая сохранность растений к фазе полной спелости имели сорт Дега, сортообразцы СН 816-09, Деснянский (Р-2010), СН 67-08, СН 61-08 и др. Ниже средней была сохранность образцов СН 1015-09, СН 61-06, СН 156-07 и др.

Хорошее (выше средней) сочетание высокой полевой всхожести семян и сохранности растений имели следующие сортообразцы: АИФ 5049, СН 206-07, СН 1014-09, Деснянский (Р-2010), СН 220-07, СН 935-09 и СН 1031-09.

Формирование элементов структуры продуктивности. Интегральным показателем роста, развития и фотосинтетической деятельности растений сельскохозяйственных культур, в том числе и кормового люпина, является урожайность, на которую в значительной степени влияют отдельные элементы структуры продуктивности растений, варьирующие в зависимости от генотипа растения и условий окружающей среды.

Такие важные элементы структуры продуктивности растений, как число бобов, масса семян с 1 растения и масса 1000 семян у сортов и сортообразцов кормового люпина весьма изменчивы и имеют различную величину. Варьирование элементов структуры продуктивности находится в прямой зависимости от условий года, вида люпина, а также от сорта и сортообразца, что связано со степенью адаптивности видов и сортов к конкретным условиям.

Исследования показали, что в относительно благоприятном по погодным условиям 2011 году на растениях обоих видов люпина сформировалось большее число бобов и семян, как на главном, так и на боковом побегах, а их масса была существенно больше по сравнению с более засушливым 2012 годом.

Изучаемые сорта и сортообразцы люпина узколистного отличались как по числу бобов и семян на растении, массе семян с растения, так и по массе 1000 семян. В 2011 году отмечено наибольшее число бобов на растении у сорта Брянский сидерат – 11,4 шт./раст., и у сортообразцов СН 59-05 – 9,8 шт./раст., ФЛУ 65-08 – 10,0 шт./раст., Тамир × Белозерный 121, в/р – 11,2 шт./раст., СН 78-07 – 12,2 шт./раст., и Добрыня 320 × д118/94 – 13,8 шт./раст.

Средняя масса семян с одного растения в том году варьировала от 3,5 до 8,2 г/раст, а максимальное её значение получено у сортообразца сидерального назначения Добрыня 320 × д118/94 – 8,2 г/раст. Наименьшая масса семян с одного растения получена у сортообразца Белозерный 110 × Ащадный – 3,5 г/раст, тогда как у стандартного сорта Кристалл она составила 3,8 г/раст.

Масса 1000 семян изменялась в зависимости от сорта и сортообразца и варьировала в более благоприятном 2011 году от 124 до 167 г.

Аналогичные закономерности в формировании структуры продуктивности растений узколистного люпина отмечены и в засушливом 2012 году. В посевах узколистного люпина зернофуражного назначения максимальное число бобов получено у сортообразцов СН 78-07 – 9,2 шт./раст., СН 106-08 – 9,4 шт./раст., Тамир × Белозерный 121, в/р – 9,4 шт./раст., и у сортов сиде-

рального назначения Брянский сидерат – 9,8 шт./раст и Сидерат 38 (St) – 10,4 г/раст. У этих сортов и сортообразцов отмечены наибольшие масса семян с 1 растения, и масса 1000 семян, которые варьировали от 5,2 до 6,4 г/раст и от 140 до 161 г соответственно (прилож. 36, 37).

Сорта и сортообразцы люпина белого и узколистного формировали наибольшее число бобов на растении, массу семян с 1 растения и массу 1000 семян в более благоприятном 2011 году. Число бобов варьировало от 3,4 до 9,6 шт./раст, масса семян – от 3,2 до 8,4 г/раст. и масса 1000 семян – от 234 до 318 г. Лучшие показатели получены у сортообразцов СН 816-09 и Деснянский (Р2010). Дефицит влаги в 2012 году существенно влиял на формирование структуры продуктивности растений всех сортов и сортообразцов люпина белого. Так, среднее число бобов на одно растение варьировало от 3,4 до 9,2 шт./раст, масса семян с одного растения – от 2,5 до 8,2 г, а масса 1000 семян существенно не отличалась в зависимости от условий года и изменялась от 236 до 318 г. Лучшие показатели структуры продуктивности обеспечил сортообразец СН 1022-09 (прилож.38-39).

В среднем за 2011-2012 гг. среднее число бобов на растение варьировало от 4,5 до 10,7 шт., число семян – от 20 до 42 шт./раст., масса семян с одного растения – от 4,0 до 8,7 г., масса 1000 семян – от 123 до 162 г (табл. 22).

Наилучшие показатели в формировании структуры продуктивности растений сформировали сортообразцы зернокармального назначения: ФЛУ 65-08, Тамир × Белозерный 121 в/р, СН 78-07, сортообразцы сидерального назначения Добрыня 320 × д118/94 и сорт Брянский сидерат.

У растений сортов и сортообразцов люпина белого в среднем за два года исследований число бобов на растении варьировало от 4,0 до 7,1 шт./раст., масса семян с одного растения – от 3,3 до 5,9 г., и масса 1000 семян – от 240 до 286 г. Наибольшее количество бобов, число и масса семян с растения, масса 1000 семян были у сортообразца СН 1022-09 (табл.23), хотя среднее число семян в бобе было небольшим.

Таблица 22 – Элементы структуры продуктивности растений сортов
и сортообразцов люпина узколистного (2011-2012 гг.)

Сорт, сортообразец	В среднем на 1 растение				Масса 1000 се- мян, г
	число			масса семян, г	
	бобов, шт.	семян, шт.	семян в бобе, шт.		
Кристалл, St	5,8	32,6	5,6	4,0	123
Смена	6,2	30,3	5,1	4,3	139
Радужный	8,2	37,7	4,6	5,2	138
Витязь	7,5	32,4	4,3	4,6	142
ФЛУ 65-08	9,0	33,5	3,7	4,8	143
СН 106-08	8,4	32,7	3,9	4,8	146
СН 107-08	7,3	36,6	5,0	5,3	145
СН 73-09	5,5	31,0	5,6	4,0	129
Рад 87-05	4,1	28,0	6,8	3,7	132
СН 78-07	10,7	34,9	3,3	5,1	146
Белозерный 110 × Ащад- ный	6,5	29,8	4,6	4,2	141
Брянский 67-10	5,8	36,8	6,3	5,0	136
Брянский 69-10	5,8	32,0	5,5	4,0	125
СН 59-05	9,2	35,2	3,8	5,0	142
Высокорослый 140-10	4,5	29,6	6,6	4,0	135
Высокорослый 187-10	7,5	33,3	4,4	4,5	135
Тамир × Белозерный 121, в/р	10,3	40,0	3,9	5,6	140
Вектор	5,9	36,2	6,1	5,1	141
Сидерат 38, St	9,2	34,4	3,7	5,4	157
Брянский сидерат	10,6	40,0	3,8	6,4	160
Добрыня 320 × д118/94	11,0	42,0	3,8	6,8	162

Таблица 23 – Элементы структуры продуктивности растений сортов
и сортообразцов люпина белого (2011-2012 гг.)

Сорт, сортообразец	В среднем на 1 растение				Масса 1000 семян, г
	число			масса семян, г	
	бобов, шт.	семян, шт.	семян в 1 бобе, шт.		
Дег, St	4,9	13,3	2,7	3,5	263
СН 816-09	6,2	15,4	2,5	4,4	285
СН 990-09	4,4	14,2	3,2	3,8	268
АИФ 5049	5,8	18,2	3,1	4,7	258
СН 156-07	4,7	14,5	3,1	3,5	242
СН 206-07	5,8	14,3	2,5	3,7	258
СН 1014-09	3,7	13,8	4,2	3,3	240
Деснянский (Р-2010)	6,8	19,2	2,8	5,5	286
СН 67-08	5,6	16,8	3,0	4,6	273
СН 1022-09	7,1	21,0	3,0	5,9	281
СН 61-08	4,6	15,2	3,3	3,8	250
СН 74-08	4,4	15,1	3,4	3,8	251
СН 72-08	4,4	16,7	3,8	4,2	251
СН 4-08	4,8	17,0	3,5	4,5	265
СН 1015-09	4,0	15,0	3,8	3,8	253
СН 1019-09	3,9	14,4	3,7	3,6	249
СН 61-06	4,0	13,9	3,5	3,5	251
СН 220-07	4,0	14,1	3,5	3,6	255
СН 935-09	4,4	15,0	3,4	4,0	267
СН 1031-09	4,5	15,8	3,5	4,3	272

Наилучшие показатели отдельных элементов структуры продуктивности (число бобов на растении, число и масса семян с растения, а также масса 1000 семян), в среднем за 2 года, выявленные у сортов и сортообразцов узколистного и белого люпина, указывают на лучшую их адаптацию к местным условиям и обосновывают их более высокую урожайность.

Урожайность и адаптивность сортов и сортообразцов кормового люпина. Важнейшим показателем, характеризующим результативность возделывания сельскохозяйственных культур, является урожайность.

Выявление закономерностей развития растений в зависимости от условий вегетационного периода позволяет подробнее изучить морфологические и биологические особенности культуры кормового люпина и более обоснованно применять агротехнические приёмы, прежде всего подбор сортов. Современные высокопродуктивные и сорта, и сортообразцы узколистного и белого люпина мало распространены и не достаточно хорошо изучены в юго-западной части Центрально – Чернозёмного региона. В связи, с этим важно выявить наиболее, адаптивные, засухоустойчивые, высокоурожайные сорта и сортообразцы пригодные для возделывания в данном регионе.

Полученная в 2011-2013 гг. урожайность показывает, что из-за засушливых условий в годы опытов растения обоих видов люпина существенно снижали продуктивность, которая сильно зависела от вида, сорта, количества выпавших осадков в критические периоды по отношению к влаге.

Так, урожайность некоторых сортов люпина узколистного неожиданно превосходила урожайность люпина белого только потому, что в период цветения и налива семян сортов и сортообразцов люпина узколистного выпадали осадки.

Наибольшая урожайность узколистного люпина была получена в более благоприятном 2011 году, которая составила по сортам от 1,42 до 2,73 т/га. По урожайности существенно (с учетом НСР) превысили стандарт (Кристалл – 2,08 т/га) следующие сорта: Смена, Радужный, Витязь и сортообразцы: СН 78-07, ФЛУ 65-08, СН 107-08, Брянский 69-10, СН 59-05, Высокослосый 187-10 и Тамир × Белозерный 121 в/р. Остальные сортообразцы были по урожайности на уровне стандарта или существенно ниже (табл. 24).

Аналогичная тенденция проявилась и в менее урожайные 2012-2013 гг., отмечающиеся более знойным и засушливым периодом вегетации в весенние и летние месяцы. Наименьшую урожайность все сорта и сортообразцы люпина сформированными в 2013 г., когда чрезвычайно жаркая и засушливая погода в мае-июне пагубно отразились на растениях узколистного люпина.

Таблица 24 – Урожай зерна и адаптивность кормовых и сидеральных сортов и сортообразцов люпина узколистного

Сорт, сортообразец	Урожайность, т/га				Коэффициент адаптивности
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	средняя	
Кормовое назначение					
Кристалл, St	2,08	1,32	1,06	1,49	0,75
Смена	2,45	1,54	1,15	1,71	0,86
Радужный	2,42	2,06	1,85	2,11	1,07
Витязь	2,40	2,32	2,04	2,25	1,16
ФЛУ65-08	2,67	2,30	2,02	2,33	1,18
СН106-08	1,82	2,24	2,01	2,02	1,03
СН107-08	2,40	2,19	1,91	2,17	1,10
СН73-09	2,02	1,87	1,79	1,89	0,96
Рад87-05	1,85	1,80	1,60	1,75	0,89
СН78-07	2,73	2,20	1,99	2,31	1,17
Белозерный110×Ащадный	1,74	2,21	2,01	1,99	1,02
Брянский67-10	2,11	1,97	1,63	1,90	0,96
Брянский69-10	2,34	1,90	1,42	1,87	0,94
СН59-05	2,53	2,05	1,89	2,16	1,09
Высокорослый 140-10	1,90	1,87	1,33	1,70	0,86
Высокорослый 187-10	2,26	2,03	1,87	2,05	1,09
Тамир×Белозерный 121, в/р	2,69	2,33	2,14	2,39	1,21
Вектор	1,42	1,63	1,17	1,41	0,71
В среднем по сортам	2,21	1,99	1,71	1,97	1,00
НСР ₀₅	0,17	0,27	0,06	-	-
Сидеральное назначение					
Сидерат 38, St	2,47	2,56	2,27	2,43	0,96
Брянский сидерат	2,71	2,50	2,30	2,50	1,00
Добрыня 320 × д118/94	3,08	2,36	2,18	2,54	1,04
В среднем по сортам	2,75	2,47	2,25	2,49	1,00
НСР ₀₅	0,16	0,14	0,05	-	-

Средняя за три года урожайность у сортов и сортообразцов люпина узколистного зернокармового назначения варьировала от 1,47 до 2,39 т/га. Выше (2,43-2,54 т/га) урожайность была у люпина сидерального назначения.

Выше стандарта (Кристалл – 1,49 т/га) средняя урожайность у кормового люпина узколистного была почти у всех сортов (Смена – 1,71, Радужный – 2,1 и Витязь – 2,25 т/га). Уступал стандарту лишь сорт Вектор – 1,41 т/га.

Все изучаемые сортообразцы в 2012, 2013 гг. (от 1,33 до 2,33 т/га) и в среднем за три года (от 1,70 до 2,33 т/га) оказались более высокоурожайными, чем стандарт (сорт Кристалл).

Среди сортов сидерального назначения более высокий урожай зерна сформировал в 2011 г. (3,08 т/га) и в среднем за 3 года (2,54 т/га) – сортообразец Добрыня 320 × д118/94. Однако в более засушливых условиях 2012 и 2013 гг. он уступал по урожайности стандарту и другим сортам сидерального назначения.

Большинство сортов и сортообразцов люпина белого более высокоурожайными были в 2011 году (табл. 25).

Таблица 25 – Урожайность и адаптивность сортов и сортообразцов люпина белого, (2011-2012 гг.)

Сорт, сортообразец	Урожайность, т/га				Коэффициент адаптивности
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	средняя	
Дега, St	2,59	1,75	1,55	1,96	1,08
СН 816-09	2,91	2,09	2,34	2,45	1,35
СН 990-09	2,36	1,95	1,91	2,07	1,15
АИФ 5049	2,62	2,00	2,29	2,30	1,28
СН 156-07	2,39	1,79	1,85	2,01	1,11
СН 206-07	2,48	2,10	2,04	2,21	1,21
СН 1014-09	1,29	1,25	1,29	1,28	0,70
Деснянский (Р-2010)	2,78	1,67	2,47	2,31	1,28
СН 67-08	2,63	1,73	2,14	2,17	1,20
СН 1022-09	2,23	2,82	2,53	2,53	1,39
СН 61-08	2,08	2,15	1,89	2,04	1,12
СН 74-08	1,70	2,04	1,57	1,77	0,97
СН 72-08	2,30	1,52	1,60	1,81	0,99
СН 4-08	2,31	1,41	1,48	1,73	0,95
СН 1015-09	1,30	1,28	1,31	1,30	0,72
СН 1019-09	2,01	1,29	1,25	1,52	0,83
СН 61-06	1,38	1,23	1,37	1,33	0,73
СН 220-07	1,16	1,17	1,09	1,14	0,63
СН 935-09	1,32	1,23	0,91	1,15	0,63
СН 1031-09	1,07	1,28	1,09	1,15	0,63
В среднем по сортам	2,05	1,69	1,70	1,81	1,00
НСР ₀₅	0,18	0,17	0,12	-	-

В 2011 г. урожай зерна существенно выше стандарта (на величину НСР) сформировали сортообразцы СН 816-09 и Деснянский (Р2010) – 2,91 и 2,78 т/га.

Урожай на уровне стандарта (от 2,41 до 2,77 т/га) дали сортообразцы АИФ 50-49, СН 206-07 и СН 67-08. Остальные сортообразцы существенно уступили стандарту. Урожай меньше стандарта (сорт Дега – 2,59 т/га) получен у сортообразцов: СН 1031-09, СН 220-07, СН 1014-09, СН 1015-09, СН 935-09, СН 61-06, СН 74-08, СН 1019-09, СН 61-08, СН 1022-09, СН 72-08, СН 4-08, СН 990-09, СН 156-07.

Засушливые условия вегетационного периода 2012 года оказывали сильное отрицательное влияние на урожайность кормового белого люпина. В том году урожайность выше стандарта (Дега – 1,75 т/га) обеспечили сортообразцы: СН 990-09 – 1,95 т/га, АИФ 5049 – 2,00 т/га, СН 74-08 – 2,04 т/га, СН 816-09 – 2,09 т/га, СН 206-07 – 2,10 т/га, СН 61-08 – 2,15 т/га и СН 1022-09 – 2,82 т/га. Остальные сортообразцы были по урожайности на уровне стандарта или существенно меньше.

В среднем за три года исследований большая урожайность зерна люпина белого была получена у сортообразцов: СН 816-09 – 2,45 т/га, СН 1022-09 – 2,53 т/га, Деснянский (Р 2010) – 2,31 т/га, АИФ 5049 – 2,30 т/га, СН 206-07 – 2,21 т/га и СН 67-08 – 2,17 т/га.

Однако только один сортообразец – СН 816-09 – во все годы изучения достоверно превысил стандарт по урожайности.

Шесть сортообразцов (СН 990-09, АИФ 5049, СН 206-07, СН 1022-09, СН 61-08 и Деснянский (Р 2010)) оказались урожайнее стандарта два года. Причем более высокую урожайность они сформировали в засушливые годы.

Оценка адаптивности изучаемых сортов и сортообразцов кормового люпина была проведена в условиях юго-западной части ЦЧР по методике Мироновского НИИ селекции пшеницы (1994).

Коэффициент адаптивности определяли как отношение урожайности сорта (сортообразца) к среднесортowej величине урожайности.

Сорта и сортообразцы люпина узколистного как зернофуражного, так и сидерального назначения, обеспечившие более высокую урожайность, характеризуются и более высоким (1,10-1,20) коэффициентом адаптивности.

У кормового белого люпина отмечена аналогичная закономерность – чем продуктивнее был сортообразец, тем больше коэффициент адаптивности. Значительно выше стандарта (сорт Дега – 1,08) коэффициент адаптивности был у сортообразцов: СН 1022-09 и СН 816-09 (1,39 и 1,35), АИФ 50-49 и Деснянский - (Р2010) (по 1,28), а также – у СН 206-07 и СН 67-08 (1,20 и 1,21), СН 990-09, СН 61-08 и СН 156-07 (1,15; 1,12 и 1,11). У остальных сортообразцов коэффициент адаптивности был ниже стандарта.

Таким образом, в условиях 2011-2013 гг. высокий адаптивный потенциал проявляли: сорт люпина узколистного зернофуражного назначения Витязь, сортообразцы: СН 107-08, Высокорослый 187-10, СН 78-07, ФЛУ 65-08 и Тамир × Белозерный 121 в/р, сортообразец сидерального назначения Добрыня 320 × д118/94; а также сортообразцы люпина белого: СН 990-09, Деснянский (Р2010), АИФ 5049, СН 206-07 и СН 67-08, СН 816-09 и СН 1022-09. Они оказались наиболее пластичными к экологическим, в том числе засушливым условиям Центрально-Черноземного региона.

4.4. Содержание и сбор белка и жира в зерне сортов и сортообразцов кормового люпина

Содержание сырого белка и жира, а также алкалоидов – основные показатели качества продукции. Сбор их с 1 га посева – важные показатели продуктивности агроценоза кормового люпина. Накопление белка и жира в семенах люпина имело ряд особенностей и изменялось в зависимости от условий года, вида люпина, а также сорта и сортообразца. По нашим данным, полученным в химической лаборатории ВНИИ люпина, содержание сырого белка в семенах люпина узколистного и белого в 2011 году варьировало в зависимости от вида, и сорта сортообразца от 31,0 до 35,7% и от 32,2 до

41,5%, сырого жира от 3,1 до 4,1% и от 6,5 до 9,3%, содержание алкалоидов – от 0,032 до 0,758 и от 0,063 до 1,120 % соответственно (прилож. 40, 41).

В засушливом 2012 году у узколистного кормового люпина содержание сырого белка, жира и алкалоидов изменялось в зависимости от сорта и сортообразца и варьировало от 31,3 до 36,2 %, от 2,8 до 4,1 % и от 0,043 до 1,360% соответственно (табл. 26). У белого люпина содержание сырого белка, жира и алкалоидов изменялось от 32,7 до 38,2 %, от 6,7 до 8,9 % и от 0,116 до 1,320% соответственно (прилож. 42, 43).

Таблица 26 – Содержание белка и жира в семенах и сбор их с гектара посева сортов и сортообразцов люпина узколистного (2011-2012 гг.)

Сорт, сортообразец	Содержание, %		Сбор с урожаем, кг/га		Алкалоиды, %
	белок	жир	белок	жир	
Кристалл, St	33,6	3,2	570	50	0,103
Смена	32,9	3,4	660	70	0,055
Радужный	32,1	3,8	720	90	0,042
Витязь	33,9	3,5	810	80	0,089
ФЛУ 65-08	32,8	3,2	810	80	0,097
СН 106-08	33,9	3,8	690	80	0,080
СН 107-08	35,6	3,6	820	80	0,058
СН 73-09	33,9	3,6	660	70	0,057
Рад 87-05	34,7	3,7	640	70	0,062
СН 78-07	35,4	3,8	870	90	0,101
Белозерный 110 × Ащадный	35,3	3,9	700	80	0,091
Брянский 67-10	32,7	3,1	670	60	0,062
Брянский 69-10	32,7	3,2	690	70	0,066
СН 59-05	32,1	3,2	740	70	0,089
Высокорослый 140-10	33,8	3,8	640	70	0,089
Высокорослый 187-10	32,6	3,8	750	90	0,089
Тамир × Белозерный 121, в/р	33,1	3,0	830	80	0,106
Вектор	34,2	3,9	520	60	0,057
Сидерат 38, St	35,3	3,7	890	90	0,862
Брянский сидерат	35,7	3,0	930	80	0,959
Добрыня 320 × д118/94	34,9	3,6	950	100	1,003

В среднем за 2011-2012 гг. содержание сырого белка в семенах растенных сортов и сортообразцов люпина узколистного зернофуражного назначения варьировало от 32,1 до 35,6%, сидерального назначения – от 34,9 до 35,7%. Максимальное содержание белка среди зернокормового люпина выше стандартного сорта Кристалл – 33,6% было у сортообразца СН 107-08 – 35,6 %, а среди сидератов – у сорта Брянский сидерат с содержанием белка 35,7%, что выше стандарта на 0,4 %.

Содержание алкалоидов у сортов и сортообразцов узколистного люпина зернокормового назначения было низким и варьировало от 0,042 до 0,106%. Это характеризует их как источник ценного и корма.

Различия в содержании жира в семенах сортов и сортообразцов люпина узколистного были не очень большими, зернокормового люпина – в среднем от 3,1 до 3,9 %, сидерального – от 3,0 до 3,7 %.

Сбор сырого белка у узколистного кормового люпина различался в зависимости от сорта и сортообразца. Разумеется, на этот показатель сильно влияли условия вегетации, прежде всего через величину урожайности. В среднем за годы исследований больший выход сырого белка был у сортов: Смена, Радужный и Витязь, который варьировал от 660 до 810 кг/га, а максимальный – у сортообразца СН78-07 – 870 кг/га.

Выход сырого жира у сортов зернокормового узколистного люпина варьировал от 50-90 кг/га.

У сортов и сортообразцов узколистного люпина сидерального назначения сбор белка и жира был максимальным и варьировал от 890 до 950 кг/га и от 80 до 100 кг/га. Однако содержание алкалоидов у них варьировало от 0,862 до 1,003%, что позволяет использовать данные сорта только на зелёное удобрение. Алкалоидность зеленой массы, предназначенной для запашки на зеленое удобрение, является положительным признаком.

Содержание белка и жира в семенах сортов и сортообразцов люпина белого было большим, чем у узколистного люпина и варьировало от 33,6 до 38,4 % и от 6,9 до 8,2 % соответственно (табл. 27).

Таблица 27 – Содержание и сбор белка и жира в урожае семян сортов
и сортообразцов люпина белого (2011-2012 гг.)

Сорт, сортообразец	Содержание, %		Сбор с урожаем, кг/га		Алкалоиды, %
	белок	жир	белок	жир	
Дега, St	34,6	8,0	750	170	0,105
СН 816-09	34,1	8,1	850	200	0,090
СН 990-09	34,8	7,7	760	170	0,106
АИФ 5049	35,4	7,8	820	180	0,139
СН 156-07	35,1	8,0	730	170	0,113
СН 206-07	35,5	7,8	810	180	0,104
СН 1014-09	34,8	6,9	440	90	0,125
Деснянский (Р-2010)	34,5	7,3	770	160	0,176
СН 67-08	33,8	8,2	740	180	0,152
СН 1022-09	36,4	7,1	920	180	0,137
СН 61-08	36,2	7,7	770	160	0,164
СН 74-08	36,9	7,8	690	150	0,137
СН 72-08	34,9	7,7	670	150	0,103
СН 4-08	33,6	7,5	620	140	0,136
СН 1015-09	34,8	7,1	450	90	0,190
СН 1019-09	36,0	7,1	590	120	0,203
СН 61-06	35,6	7,4	470	100	0,185
СН 220-07	34,5	7,9	400	90	0,166
СН 935-09	38,4	7,8	490	100	0,178
СН 1031-09	37,4	7,7	440	90	1,220

Сбор сырого белка и жира у сортов и сортообразцов люпина белого зависел от условий вегетационного периода и варьировал в среднем за годы исследований от 400 до 920 кг/га и от 90 до 200 кг/га соответственно. Наилучшие показатели получены у сортообразцов СН 1022-09 – 920 и 180 кг/га, СН 816-09 – 850 и 200 кг/га и АИФ 5049 – 820 и 180 т/га.

Содержание алкалоидов у белого люпина зависело от сорта и сортообразца, а также от условий вегетации. Оно варьировало от 0,090 до 1,220%, что позволяет рекомендовать данные сорта для производственного использо-

вания на зернофуражные цели, кроме сортообразца СН 1031-09, содержание алкалоидов у которого (1,220%) характерно для сидеральных сортов люпина.

Таким образом, проведенные нами исследования сортов и сортообразцов кормового люпина позволили выявить для условий лесостепной зоны Центрально – Черноземного региона адаптивные высокоурожайные сорта люпина узколистного: Смена, Радужный и Витязь, а также высокопродуктивные сортообразцы: Тамир × Белозерный 121, ФЛУ 65-08, СН 78-07, СН 107-08, Высокорослый 187-10, СН – 59-05 и Брянский 69-10 и сортообразцы белого люпина: СН 1022-09, СН 816-09, АИФ 5049, СН 206-07, Деснянский (Р2010), которые устойчивы к засухе и даже в засушливых условиях обеспечивают урожайность 2,00-2,5 т/га семян высокого качества. Эти же сортообразцы обоих видов люпина целесообразно использовать в селекционных программах.

4.5. Экономическая и биоэнергетическая эффективность производства зерна кормового люпина

Получение высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур при минимальных затратах на единицу продукции – важнейшая задача современного аграрного производства. Поэтому при выборе видов и сортов полевых культур, необходима как агрономическая, так и экономическая и энергетическая оценка рациональности их применения. Величина урожая семян, сбора белка и жира у сортов и сортообразцов люпина узколистного и белого не полностью представляет преимущество одних видов и сортов возделывания над другими. Необходимо проведение экономической и энергетической оценки видов и сортов кормового люпина, что и было выполнено.

Расчет экономической эффективности проведен на основе технологических карт, и сложившихся цен на материально-технические ресурсы и сельскохозяйственную продукцию.

Экономический анализ показывает, что в засушливые 2011-2013 гг. возделывание новых сортов и сортообразцов обоих видов кормового люпина

в условиях черноземных почв юго-западной части Центрально-Черноземного региона было экономически прибыльно.

Проведенные расчеты экономической эффективности выявили предпочтение возделывания сортов и сортообразцов люпина узколистного на черноземных почвах в засушливых условиях региона. Производственные затраты у всех сортов и сортообразцов варьировали 11668-12860 руб./га. Стоимость 1 т семян составляла 14000 руб.

У сортов кормового узколистного люпина зернофуражного назначения лучшие экономические показатели обеспечили сорта: Смена, Радужный и Витязь. Себестоимость их зерна была низкой: 5298; 5404 и 5935 руб./т, а прибыль – высокой: 19065; 22596 и 24702 руб./га соответственно, тогда как у сорта Кристалл (St) себестоимость составляла 6864 руб./т, а прибыль – лишь 14386 руб./га. Большая себестоимость и малая прибыль отмечены у сорта Вектор – 7626 руб./т и 11499 руб./га.

Лучшие показатели экономической эффективности в среднем за три года среди узколистного люпина зернофуражного назначения получены у сортообразцов Тамир×Белозерный 121 в/р, ФЛУ 65-08 и СН 78-07. Себестоимость их семян была ниже (5066; 5127 и 5148 руб./т), а прибыль и уровень рентабельности производства – более высокие от 25727 до 26309 руб./га и от 202,3 до 206,9 (табл. 28).

Наилучшие экономические показатели у узколистного люпина сидерального назначения в среднем за три года исследований получены у сортообразца Добрыня 320 × д118/94. При его возделывании прибыль составила 29272 руб./га, уровень рентабельности 227,6%, что на 2875 руб./га и 22,3 % больше стандарта (Сидерат 38).

Экономическая эффективность возделывания сортов и сортообразцов люпина белого в засушливых условиях была меньше, чем кормового узколистного люпина, что связано с уровнем урожайности и большими производственными затратами 14242 – 15460 руб./га которые объясняются более высо-

кой массой 1000 семян, а, следовательно, большей нормой высева семян и послеуборочной их доработкой (табл. 29).

Таблица 28 – Экономическая эффективность сортов и сортообразцов
люпина узколистного (2011-2013 гг.)

Сорт, сортообразец	Урожай- ность, т/га	Стоимость продукции, руб./га	Произво- дственные затраты, руб./га	Себе- стои- мость, руб./т	При- быль, руб./га	Уровень рента- бель- ности, %
Кристалл, St	1,49	20860	11668	6864	14386	123,3
Смена	1,71	23940	11870	5935	19065	160,6
Радужный	2,11	29540	12106	5404	22596	186,6
Витязь	2,25	31500	12715	5298	24702	194,3
ФЛУ 65-08	2,33	32620	12715	5127	25873	203,5
СН 106-08	2,02	28280	12017	5920	19455	161,9
СН 107-08	2,17	30380	12106	5263	23487	194,0
СН 73-09	1,89	26460	11980	6144	18231	152,2
Рад 87-05	1,75	24500	11870	6486	16389	138,1
СН 78-07	2,31	32340	12715	5148	25727	202,3
Белозерный 110 × Ащадный	1,99	27860	11980	6051	18699	156,1
Брянский 67-10	1,90	26600	11980	5873	19627	163,8
Брянский 69-10	1,87	26180	11980	5651	20849	174,0
СН 59-05	2,16	30240	12106	5286	23339	192,8
Высокорослый 140-10	1,70	23800	11870	6280	17345	146,1
Высокорослый 187-10	2,05	28700	12017	5225	23525	195,8
Тамир × Белозер- ный 121, в/р	2,39	33460	12715	5066	26309	206,9
Вектор	1,41	19740	11668	7626	11499	98,6
Сидерат 38, St	2,43	34020	12860	5103	26397	205,3
Брянский сидерат	2,50	35000	12860	4927	27698	215,4
Добрыня 320 × д118/94	2,54	35560	12860	4728	29272	227,6

Таблица 29 – Экономическая эффективность сортов и сортообразцов люпина белого (2011-2013 гг.)

Сорт, сортообразец	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Себестоимость, руб./т	Прибыль, руб./га	Уровень рентабельности, %
Дега, St	1,96	27440	14964	6896	12161	81,3
СН 816-09	2,45	34300	15460	6184	15790	102,1
СН 990-09	2,07	28980	15092	6923	12158	80,6
АИФ 5049	2,3	32200	15302	6624	13573	88,7
СН 156-07	2,01	28140	15092	7221	11033	73,1
СН 206-07	2,21	30940	15020	6559	13605	90,6
СН 1014-09	1,28	17920	14342	11293	1533	10,7
Деснянский (Р-2010)	2,31	32340	15302	6862	12573	82,2
СН 67-08	2,17	30380	15106	6929	12144	80,4
СН 1022-09	2,53	35420	15460	6111	16165	104,6
СН 61-08	2,04	28560	15090	7118	11410	75,6
СН 74-08	1,77	24780	14964	8002	8411	56,2
СН 72-08	1,81	25340	14964	7835	8911	59,5
СН 4-08	1,73	24220	14964	8045	8286	55,4
СН 1015-09	1,30	18200	14490	11233	1635	11,3
СН 1019-09	1,52	21280	14745	8936	5880	39,9
СН 61-06	1,33	18620	14490	11061	1885	13,0
СН 220-07	1,14	15960	14242	12173	383	2,7
СН 935-09	1,15	16100	14242	11127	1758	12,3
СН 1031-09	1,15	16100	14242	12069	508	3,6

Стоимость полученного урожая семян зависела от урожайности конкретного сорта или сортообразца.

В среднем за три года исследований лучшие экономические показатели обеспечили сортообразцы, себестоимость которых была меньше (от 6111 до 6929 руб./га), а прибыль и уровень рентабельности – больше (12158-16165 руб./га и 80,6-104,6 %).

Лучшие прибыль и уровень рентабельности производства обеспечили сортообразцы СН 990-09, СН 67-08, Деснянский (Р2010), СН 206-07, АИФ 5049, СН 816-09 и особенно сортообразец СН 1022-09. Их выгодно возделыв-

вать в лесостепной зоне Центрально-Чернозёмного региона даже в засушливые годы.

Остальные сортообразцы имели меньшую урожайность и, следовательно, большую себестоимость, меньшую прибыль и уровень рентабельности по сравнению со стандартным сортом Дега.

Экономической эффективности в настоящее время не достаточно для объективной оценки возделывания кормового люпина узколистного и белого, особенно новых сортов и сортообразцов, так как она зависит от рыночной ситуации. Поэтому нашими исследованиями предусматривалось наряду с экономической эффективностью возделывания новых сортов и сортообразцов кормового люпина провести и энергетическую оценку, для того чтобы выявить для аграрного производства лучшие образцы видов люпина с максимальным выходом обменной энергии с урожаем и максимальным энергетическим доходом в условиях региона.

Установлено, что возделывание сельскохозяйственных культур, в том числе и кормового люпина, сопровождается как энергетическими затратами, так и выходом обменной энергии с гектара люпинового агроценоза. Сравнение этих показателей позволяет оценивать энергетические затраты на единицу энергии накопленную урожаем.

В среднем за 2011-2013 гг. затраты совокупной энергии у всех сортов и сортообразцов люпина узколистного зернофуражного назначения составляли 12,1-13,3 ГДж/га, а выход обменной энергии с урожаем варьировал от 22,2 до 36,4 ГДж/га, сидерального назначения – от 36,5 до 39,4 ГДж/га (табл. 30).

Наибольший выход обменной энергии, с урожаем кормового люпина зернофуражного назначения больше стандартного сорта Кристалл (24,7 ГДж/га) отмечен у сортов: Смена – 29,0 ГДж/га, Радужный – 32,5 ГДж/га, Витязь – 34,8 ГДж/га и у сортообразцов: Высокослбый 187-10 – 33,4 ГДж/га, СН 59-05 – 33,2 ГДж/га, СН 107-08 – 33,4 ГДж/га, СН 78-07 – 35,8 ГДж/га, ФЛУ 65-08 – 36,0 ГДж/га и Тамир х Белозерный 121 в/р –

36,4 ГДж/га. Наименьший выход обменной энергии с урожаем, прирост общей энергии и биоэнергетический коэффициент отмечен у сорта Вектор.

Таблица 30 – Биоэнергетическая эффективность возделывания сортов и сортообразцов люпина узколистного (2011-2013 гг.)

Сорт, сортообразец	Урожайность, т/га	Выход обменной энергии, ГДж/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Прирост общей энергии, ГДж/га	Коэффициент
Кристалл, St	1,49	21,6	12,1	12,6	2,0
Смена	1,71	24,8	12,3	16,7	2,4
Радужный	2,11	30,6	12,9	19,6	2,5
Витязь	2,25	32,6	13,2	21,6	2,6
ФЛУ 65-08	2,33	33,8	13,3	22,7	2,7
СН 106-08	2,02	29,3	12,8	16,6	2,3
СН 107-08	2,17	31,5	12,9	20,5	2,6
СН 73-09	1,89	27,4	12,5	15,8	2,3
Рад 87-05	1,75	25,4	12,3	14,2	2,2
СН 78-07	2,31	33,5	13,3	22,5	2,7
Белозерный 110 × Ащадный	1,99	28,9	12,5	16,2	2,3
Брянский 67-10	1,90	27,6	12,5	17,1	2,4
Брянский 69-10	1,87	27,1	12,5	18,2	2,5
СН 59-05	2,16	31,3	12,9	20,3	2,6
Высокорослый 140-10	1,70	24,7	12,3	15,1	2,2
Высокорослый 187-10	2,05	29,7	12,8	20,6	2,6
Тамир × Белозерный 121 в/р	2,39	34,7	13,3	23,1	2,7
Вектор	1,41	20,4	12,1	10,1	1,8
Сидерат 38, St	2,43	35,2	13,4	23,1	2,7
Брянский сидерат	2,50	36,3	13,4	24,4	2,8
Добрыня 320 × д118/94	2,54	36,8	13,4	26,0	2,9

Прирост общей энергии у сортов Смена, Радужный и Витязь варьировал от 16,7 до 21,6 ГДж/га, и был больше на 4,1-9,0 ГДж/га, чем у стандартного сорта Кристалл. У сортообразцов СН 59-05, СН 107-08, Высокорослый 187-10, СН 78-07, ФЛУ 65-08 и Тамир × Белозерный 121 в/р прирост общей энергии варьировал от 16,6 до 23,1 ГДж/га, что на 4,1-10,5 ГДж/га больше

стандарта. Коэффициент биоэнергетической эффективности был довольно высоким и изменялся от 2,5 до 2,7.

У люпина узколистного сидерального назначения максимальный выход обменной энергии с урожаем получен у сортообразца Добрыня 320 × д118/94 – 39,4 ГДж/га, с приростом общей энергии 26,0 ГДж/га и биоэнергетическим коэффициентом 2,9.

У сортов и сортообразцов люпина белого затраты совокупной энергии были больше, чем у узколистного люпина и составили 12,3-13,5 ГДж/га, а выход обменной энергии был примерно одинаковым и составил у большинства сортов и сортообразцов 17,0-36,7 ГДж/га (табл. 31).

Таблица 31 – Биоэнергетическая эффективность возделывания сортов и сортообразцов люпина белого (2011-2013 гг.)

Сорт, сортообразец	Урожайность, т/га	Выход обменной энергии, ГДж/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Прирост общей энергии, ГДж/га	Коэффициент
Дега, St	1,96	28,4	12,8	18,7	2,5
СН 816-09	2,45	35,5	13,5	22,8	2,7
СН 990-09	2,07	30,0	13,0	18,6	2,4
АИФ 5049	2,30	33,4	13,4	20,1	2,5
СН 156-07	2,01	29,1	13,0	17,3	2,3
СН 206-07	2,21	32,0	13,4	19,8	2,5
СН 1014-09	1,28	18,6	12,5	5,9	1,5
Деснянский (Р-2010)	2,31	33,5	13,4	18,9	2,4
СН 67-08	2,17	31,5	13,0	18,6	2,4
СН 1022-09	2,53	36,7	13,5	23,2	2,7
СН 61-08	2,04	29,6	13,0	17,7	2,4
СН 74-08	1,77	25,7	12,8	14,3	2,1
СН 72-08	1,81	26,2	12,8	14,9	2,2
СН 4-08	1,73	25,1	12,8	14,2	2,1
СН 1015-09	1,30	18,9	12,5	6,2	1,5
СН 1019-09	1,52	22,0	12,6	11,3	1,9
СН 61-06	1,33	19,3	12,5	6,5	1,5
СН 220-07	1,14	16,5	12,3	4,7	1,4
СН 935-09	1,15	16,7	12,3	6,3	1,5
СН 1031-09	1,15	16,7	12,3	4,8	1,4

Прирост общей энергии с 1 гектара люпинового агроценоза и коэффициент биоэнергетической эффективности изменялись в зависимости от сорта и сортообразца и варьировали от 4,7 до 23,2 ГДж/га и от 1,4 до 2,7.

В среднем за три года исследований наилучшими энергетическими показателями кормового белого люпина отличались сортообразцы: Деснянский (Р2010), СН 206-07, АИФ 50-49, СН 816 – 09 и СН 1022 – 09. Выход обменной энергии с урожаем у них был наибольшим среди всех изучаемых образцов и варьировал от 32,3 до 36,7 ГДж/га. Эти же сортообразцы обеспечивали наибольший прирост общей энергии и максимальный коэффициент биоэнергетической эффективности, которые изменялись в зависимости от сортообразца от 18,9 до 23,2 ГДж/га и от 2,4 до 2,7 соответственно.

Лучшие показатели биоэнергетической эффективности возделывания новых сортов и сортообразцов люпина белого в засушливых условиях 2011 – 2013 гг. получены у сортообразца СН 1022-09, выход обменной энергии у которого составил 36,7 ГДж/га, прирост общей энергии – 23,2 ГДж/га и биоэнергетический коэффициент – 2,7.

Таким образом, в лесостепи Центрального Чернозёмья энергетически более выгодно возделывать сорта люпина узколистного: Смена, Радужный, Витязь и сортообразцы СН 59-05, СН 107-08, Высокоро́слый 187-10, СН 78-07, ФЛУ 65-08 и Тамир × Белозерный 121 в/р; сортообразцы люпина белого: Деснянский (Р2010), СН 206-07, АИФ 50-49, СН 816-09 и СН 1022-09.

ВЫВОДЫ

Исследования комплекса приемов возделывания и сортоизучения видов люпина, проведенные в 2010-2013 гг. в ФГБОУ ВПО «Белгородская ГСХА им. В.Я. Горина», позволяют сделать следующие общие выводы:

1. Эффективность инокуляции семян люпина белого (сорт Деснянский) ризоторфином усиливается, если ее проводить в сочетании с обработкой молибдатом аммония (Mo), сульфатом кобальта (Co) и регулятором роста (РРВ) лариксин, особенно на фоне полного ($N_{30}P_{30}K_{60}$) удобрения. При этом среднее число (16,9 шт.) и масса (119,9 мг) азотфиксирующих корневых клубеньков на растении значительно увеличивались в сравнении с контролем (5,8 шт. и 50,8 мг) и с одной лишь инокуляцией семян (7,6 шт. и 71,9 мг). На фонах же без азотного ($P_{30}K_{60}$), фосфорного ($N_{30}K_{60}$) или без азотно-фосфорного (K_{60}) удобрений число и масса клубеньков на корнях люпина были несколько меньшими (соответственно 15,9 шт. и 117,7 мг; 16,2 шт. и 118,3 мг; 14,6 шт. и 106,5 мг).

2. Улучшение питательного режима растений в целом при комплексной обработке семян (ризоторфин + Mo + Co + РРВ) и полном удобрении ($N_{30}P_{30}K_{60}$) позитивно влияло на вегетативный рост, увеличивало высоту и воздушно-сухую массу каждого растения в среднем на 10,8 см и 3,5 г по отношению к контролю, где они составляли 48,9 см и 8,7 г. Отдельные же элементы этого агрокомплекса тоже положительно, хотя и в меньшей степени, влияли на растения.

3. Площадь ассимиляционной поверхности в расчете на 1 га и фотосинтетический потенциал посева достигали максимума к фазе плодообразования. Наибольшими (30,6 тыс. m^2 и 729,3 тыс. $m^2 \times \text{сут./га}$) они были при комплексной обработке семян (ризоторфин+Mo+Co+РРВ) и полном удобрении ($N_{30}P_{30}K_{60}$).

4. Агрокомплекс (ризоторфин + Mo + Co + РРВ + $N_{30}P_{30}K_{60}$), улучшив рост растений, обусловил и лучшее формирование элементов продуктивности (число бобов и масса семян на растении составили 9,3 шт., 10,1 г), масса 1000 семян – 295 г, а на контроле – соответственно 4,9 шт., 4,3 г и 239 г.

5. Урожайность зернокармowego люпина белого увеличивалась по мере нарастания комплекса применяемых агроприемов во все, в том числе засушливые, годы. Наименьшей (1,16 т/га) она была на контрольном варианте. Одна лишь инокуляция семян ризоторфином повысила урожайность до 1,18 т/га, обработка их Мо+Со+РРВ (без инокуляции) – до 1,24 т/га, а использование ризоторфина, Мо, Со и РРВ – до 1,33 т/га. Комплексная обработка семян совместно с калийным (K_{60}), фосфорно-калийным ($P_{30}K_{60}$) и азотно-калийным ($N_{30}K_{60}$) удобрением обусловила повышение урожайности люпина до 1,59; 1,64 и 1,75 т/га, а полное удобрение совместно с комплексной обработкой семян обеспечила наибольшую (1,85 т/га) урожайность.

6. Содержание белка и жира в зерне люпина белого увеличивалось по мере нарастания агрокомплекса. Меньшим (31,0 и 7,0%) оно было в контроле, большим (35,1 и 7,9%) – при комплексной обработке семян и полном удобрении.

Сбор белка и жира в расчете на 1 га посева был пропорционален урожайности и содержанию их в зерне люпина. Наибольший сбор этих веществ (870 кг/га и 200 кг/га) был при комплексной обработке семян и использовании полного удобрения, наименьший (430 кг/га и 100 кг/га) – в контроле.

7. Прибыль и уровень рентабельности возделывания люпина белого увеличиваются (с 5,4 тыс. руб. и 40,0 % до 14,9 тыс. руб. и 83,5%) по мере нарастания агрокомплекса от абсолютного контроля до применения полного комплекта препаратов и удобрений. Увеличивающиеся при этом затраты с избытком компенсируются стоимостью прибавки урожая, в связи с чем себестоимость 1 т полученного зерна снижается с 10,0 тыс.руб. в контроле до 7,6 тыс. руб.

8. В результате 3-летнего сортоизучения выделены следующие лучшие сорта и сортообразцы люпина узколистного: Витязь, Радужный, Смена, СН 78-07, ФЛУ 65-08, СН 59-05, СН 107-08, Высокорослый 187-10, Тамир×Белозерный 121 в/р, а также перспективные сортообразцы люпина белого – СН 816-09, СН 1022-09, Деснянский (Р2010), СН 206-07, АИФ 50-49, ко-

торые оказались более высокоурожайными (от 2,05 до 2,39 т/га зерна люпина узколистного, и от 2,21 до 2,53 т/га люпина белого). Эти сорта и сортообразцы были более пластичными (коэффициент адаптивности – от 1,07 до 1,39).

9. Содержание сырого белка (33,6-38,4%) и жира (6,9-8,2%) в семенах было большим у сортообразцов люпина белого при малой их алкалоидности (от 0,105 до 0,178 %), за исключением сортообразца СН 1031-09, алкалоидность которого (1,220 %) характерна для сидерального сорта. Зернокармальные сорта и сортообразцы люпина узколистного содержали в семенах меньше белка (32,1-35,6 %) и жира (3,0-3,9 %) и были менее алкалоидными (от 0,042 до 0,108%). Алкалоидность сидерального узколистного люпина была 0,862-1,003%.

10. Возделывание зернокармального люпина даже в засушливых условиях обеспечивает высокую окупаемость материальных и энергетических затрат у сортов и сортообразцов как люпина узколистного (Смена, Радужный и Витязь, СН 59-05, СН 107-08, Высокосрлый 187-10, СН 78-07, ФЛУ 65-08 и Тамир × Белозерный 121 в/р), так и белого (Деснянский – Р2010, СН 206-07, АИФ 50-49, СН 816-09 и СН 1022-09). Прибыль и уровень рентабельности производства их семян составили соответственно 19,1-26,3 тыс. руб./га, 160,6-206,9 % и 12,6-16,2 тыс.руб./га, 82,2-104,6 %, а биоэнергетический коэффициент у лучших сортов и образцов люпина узколистного и белого изменялся от 2,4 до 2,7.

Прибыль и уровень рентабельности возделывания сидеральных сортов и сортообразцов люпина узколистного оказались более высокими (22,3-23,9 тыс.руб./га и 191,6-204,8 %) за счет большей урожайности.

11. В Белгородской, Орловской и других областях лесостепной зоны ЦЧР вполне возможно и целесообразно возделывать зернокармальные сорта люпина белого (Деснянский, Дега) и узколистного (Смена, Радужный и Витязь), используя комплекс экономически высокоэффективных и экологически менее напряженных агроприемов для интенсификации производства высокобелкового зерна.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. В лесостепи Центрального Черноземья вполне возможно и целесообразно возделывать допущенные к использованию в РФ кормовые сорта люпина, используя комплекс общепринятых и рекомендованных нами агроприемов.

2. В юго-западной части ЦЧР для увеличения урожайности, уменьшения дефицита растительного белка, повышения экономической и энергетической эффективности производства, возможно, использовать современные адаптивные высокопродуктивные сорта люпина узколистного (Витязь, Смена, Радужный) и белого (Деснянский и Дега).

3. При возделывании люпина белого в лесостепных условиях на чернозёмных почвах для получения высокого урожая зерна (1,91-2,34 т/га) с содержанием белка не менее 30% и жира – до 7% необходимо наряду с традиционной предпосевной инокуляцией семян люпиновым ризоторфином (200 г на гектарную норму семян), обрабатывать их микроудобрениями Мо и Со (молибдат аммония – 150 г/га, сульфат кобальта – 50 г/га), регулятором роста (лариксин – 50 мл/га) и вносить в почву полное минеральное удобрение (до $N_{30}P_{30}K_{60}$).

4. В селекционные программы целесообразно включить лучшие сортообразцы люпина узколистного (СН 59-05, СН 107-08, Высокослосый 187-10, СН 78-07, ФЛУ 65-08 и Тамир × Белозерный 121 в/р) и люпина белого (Деснянский Р-2010, СН 206-07, АИФ 50-49, СН 816 – 09 и СН 1022-09).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азаров, Б. Ф. Симбиотический азот в земледелии Центрально-Черноземной зоны Российской Федерации [Текст]: автореф. дис. ...докт. с-х. наук / Б. Ф. Азаров. – Москва, 1995. – 56 с.
2. Алексеев, Е. К. Однолетние кормовые люпины [Текст] / Е. К. Алексеев. – Москва : Колос, 1968. – 255 с.
3. Алексеева, Р. Влияние минеральных удобрений на целостность микроорганизмов, растворяющих фосфаты полуторных окислов [Текст] / Р. Алексеева, М. Мостовой. – Новосибирск : Наука, 1982. – 78 с.
4. Алисова, С. М. Использование внутривидовой изменчивости гороха для повышения эффективности симбиотической азотфиксации [Текст] / С. М. Алисова, Ю. С. Короткова, И. А. Тихонович // Экологические последствия применения агрохимикатов [удобрения]. – Пушкино, 1982. – С. 17-18.
5. Аллахвердиев, С. Р. Регуляторная роль фитоактивных полимеров при солевом стрессе [Текст] / С. Р. Аллахвердиев, Р. А. Ганиева, В. М. Ализаде и др. // Регуляторы роста и развития растений: тезисы докл. второй конф. – Ч. 2. – Москва, 1993. – С. 18-21.
6. Артюхов, А. И. Зернобобовые культуры в биологизации земледелия [Текст] / А. И. Артюхов // Аграрная наука. – 1999. – № 10. – С. 8-10.
7. Асаров, Х. К. О доступности фосфора труднорастворимых фосфатов некоторым бобовым растениям [Текст] / Х. К. Асаров // Изв. ТСХА, 1981. – Вып. 1. – С.4.
8. Атабекова, А. И. Особенности ветвления люпина [Текст] / А. И. Атабекова // Сб. науч. тр. – Москва : ТСХА, 1958. – С. 14-20.
9. Атрашкова, Н. А. Фосфатазная активность корней некоторых растений и влияние на неё азотных и фосфорных удобрений [Текст] / Н. А. Атрашкова, З. К. Благовещенская // Агрохимия. – 1976. – № 2. – С.47.
10. Барбацкий, С. Люпин [Текст] / С. Барабацкий. – Москва, 1959. – 260 с.

11. Батыгин, Н. Ф. Влияние ретардантов на зимостойкость озимой пшеницы в зависимости от условий весенней вегетации [Текст] / Н. Ф. Батыгин, А. К. Татьянко, С. М. Потапова // Сельскохозяйственная биология. – 1987. – № 4. – С. 16-19.
12. Боднар, Г. В. Развитие и размещение производства зерновых бобовых культур [Текст] / Г. В. Боднар // Научные труды ТРК – ВНИИ ЗБК. – Орел, 1971. – С. 3-14.
13. Борисова, У. Ф. Реакция люпина жёлтого сорта Академический 1 и Быстрорастущий 4 на минеральный азот [Текст] / У. Ф. Борисова, В. Ф. Мончикова // Научные трактаты БелСХА. – Горки, 1985. – Вып. 133. – С. 40.
14. 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.
15. Бородин, П. В. Энергетическая эффективность применения микроудобрений под люпин кормовой [Текст] / П. В. Бородин // Наука – производству. – Гродно, 2000. – С. 104-105.
16. Бузмаков, В. В. Севообороты с культурой люпина на песчаных почвах Центральных районов Нечернозёмной зоны РСФСР [Текст] : автореф. дис. ... докт. с.-х. наук / В. В. Бузмаков. – Омск, 1985. – 31 с.
17. Буянкин, Н. И. Биологизация земледелия и растениеводства – перспективное направление [Текст] / Н. И. Буянкин // Вестник РАСХН. – 2005. – № 2. – С. 40-42.
18. Василенко, В. Е. Токсиколого-гигиеническая характеристика ретардантов. Регуляторы роста растений [Текст] / В. Е. Василенко, И. К. Блиновский. – Москва : Агропромиздат, 1990. – С. 110-132.
19. Васильчиков, А. Г. Повышение продуктивности люпина узколистного за счёт применения бактериальных препаратов [Текст] / А. Г. Васильчиков // Интродукция нетрадиционных и редких растений: Мат. VIII Международной научно-методической конференции 8-12 июня, 2008. – Т.3. – С. 110-111.

20. Васин, А. В. Применение стимуляторов роста при выращивании кукурузы и ячменя [Текст] / А. В. Васин, А. В. Дармин, В. В. Брежнев // Кормопроизводство. – 2009. – № 2. – С. 17-19.

21. Вержук, В. Г. Усиление защитных свойств растений с использованием нового регулятора роста [Текст] / В. Г. Вержук, С. В. Мурашев, Л. А. Бурмистров. – Ч. 2., 2007. – С. 63-64.

22. Верниченко, Л. Ю. Влияние аммония и нитрата на усвоение молекулярного азота бобово-ризобийным симбиозом [Текст] / Л. Ю. Верниченко, Ю. М. Миллер // Применение N в агрохимических исследованиях : сб. научных трудов. – Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 1988. – С. 119-122.

23. Вилимене, Р. Зависимость урожая сухой массы и сырого протеина от инокуляции клубеньковыми бактериями *Bradyrhizobium lupini* семян люпина [Текст] / Р. Вилимене // Проблемы питания растений и использование удобрений в современных условиях. – Минск : Ураджай, 2000. – С. 109-112.

24. Гатаулина, Г. Г. Особенности роста и развития биотипов люпина белого в Центральном Черноземье [Текст] / Г. Г. Гатаулина, И. И. Волкова // Науч.-техн. бюл. ВИР. – 1984. – Вып. 139. – С. 34-37.

25. 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.

26. Генералов, Г. Ф. Районированные сорта зернобобовых культур. Культура зернобобовых растений [Текст] / Г. Ф. Генералов. – Москва : Колос, 1967. – С. 18-26.

27. Гончаров, Л. Ю. Сравнительная продуктивность сортов жёлтого кормового люпина [Текст] / Л. Ю. Гончаров, В. А. Евдокименко // Пути повышения урожая кормовых культур. – Минск : Ураджай, 1985. – С. 29.

28. 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. – 58 с.

29. Горустович, Т. Л. Влияние фосфорно-калийных удобрений и доломитовой муки на продуктивность жёлтого кормового люпина [Текст] / Т. Л. Горустович. – Минск : Ураджай, 1985. – С. 29.
30. Гребенникова, Л. П. Роль удобрений в формировании урожая и качества семян люпина [Текст] / Л. П. Гребенникова, А. И. Соловьяненко // Удобрение и урожай на Полесье. – Минск : Ураджай, 1965. – С. 159.
31. Гукова, М. М. Значение минерального азота в питании бобовых растений [Текст] / М. М. Гукова // Доклады ТСХА. – 1977. – Вып. 233. – С. 33.
32. Гукова, М. М. Минеральный и биологический азот в питании сои [Текст] / М. М. Гукова, Л. Э. Кареньо // Экологические последствия применения агрохимикатов [удобрения]. – Пущино, 1982. – С. 18-19.
33. Дебелый, Г. А. Зернобобовые культуры в Нечерноземной зоне РФ. Значение, селекция, использование, смешанные посевы [Текст] / Г. А. Дебелый. – Москва – Немчиновка : НИИСХ ЦРНЗ, 2009. – 260 с.
34. Дмитриенко, П. А. Об отзывчивости зерновых бобовых культур на удобрения [Текст] / П. А. Дмитриенко, П. И. Витриховский // Агрохимия. – 1966. – № 2. – С. 13.
35. Донцов, М. Б. Ионообменные свойства корней и их связь с минеральным питанием растений [Текст] / М. Б. Донцов // Агрохимия. – 1976. – № 9. – С. 42.
36. Донцов, М. Б. Отзывчивость белого, узколистного и жёлтого люпина на условия минерального питания [Текст] : автореф. дис. ...канд. биол. наук / М. Б. Донцов. – Белая Церковь, 1975. – 22 с.
37. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта [Текст] / Б. А. Доспехов. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
38. Дубиновский, Г. Л. Сравнительная эффективность способов применения микроудобрений в посевах люпина кормового [Текст] / Г. Л. Дубиновский, П. В. Бородин // Резервы повышения плодородия почв, эффективность удобрений и средства защиты растений. – Горки, 1999. – С. 19-23.

39. Дубовенко, Е. К. Эффективность ризоторфина и азотных удобрений на посевах зернобобовых культур в Полесье УССР [Текст] / Е. К. Дубовенко, Л. Н. Чечельницкая, И. В. Лапа, В. И. Олейник // Использование достижений микробиологической науки в повышении эффективности земледелия. – Киев, 1989. – С. 59-62.
40. Духанин, А. А. Удобрительные свойства и роль корневой системы кормового люпина в повышении плодородия песчаных почв Нечерноземной полосы [Текст] : автореф. дис. ...докт. с.-х. наук / А. А. Духанин. – Москва, 1973. – 46 с.
41. Дюбин, В. Н. Агроклиматическое обоснование возделывания различных видов люпина на семена [Текст] / В. Н. Дюбин // Бюлл. ВИР. – Ленинград, 1978. – Вып. 76. – С. 55.
42. Евдокимова, Т. Г. Практическое руководство по совершенствованию технологии производства гороха в Татарской АССР [Текст] / М. С. Матюшина, А. С. Салихов, Ф. Ф. Мингазов и др. – Казань, 1989. – 27 с.
43. Жизневская, Г. Я. Выделение водорода корневыми клубеньками в онтогенезе клевера красного [Текст] / Г. Я. Жизневская, Е. Э. Федорова, П. Н. Дуброво // Физиология растений. – 1985. – Т. 32. – Вып. 4. – С. 724-731.
44. Жилиев, А. М. Эффективность использования люпина в качестве парозанимающей культуры [Текст] / А. М. Жилиев, Г. Т. Латфуллина, Н. А. Анискин // Научные трактаты Рос. гос. аграрного заочного университета. – Агрономия. – Москва, 2002. – С. 81-83.
45. Жуков, А. И. Фосфорно-калийные удобрения под люпины [Текст] / А. И. Жуков, В. А. Жуков // Химизация сельского хозяйства. – 1989. – № 11. – С. 61.
46. Жуков, М. С. Применение азотных удобрений под зернобобовые культуры [Текст] / М. С. Жуков // Труды ВИУА. – 1974. – Вып. 23. – С. 106.
47. Заболотный, А. И. Влияние бора и молибдена на содержание и состав азотистых веществ в кормовом люпине [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук / А. И. Заболотный. – Минск, 1970. – 20 с.

48. Завалин, А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай [Текст] / А. А. Завалин. – Москва : Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.
49. Загорча, К. Л. Симбиотическая азотфиксация зернобобовыми культурами при различных уровнях питания в почвенно-экологических условиях Молдавии [Текст] / К. Л. Загорча // Проблема азота в интенсивном земледелии: Тез. докл. Всесоюз. совещ. (Новосибирск, 23-28 июля 1990 г.); ВАСХ-НИЛ. Сиб. отд-ние. СибНИИЗХим. – Новосибирск, 1990. – С. 193-194.
50. Задорин, А. Д. Зернобобовые культуры – один из основных источников растительного белка [Текст] / А. Д. Задорин ; под общ. ред. М. Д. Варлахова // Селекция и технология возделывания зерновых бобовых и крупяных культур : сб. научных трудов ВНИИЗБК. – Орел, 1994. – С. 11 - 20.
51. Задорин, А. Д. Научное обеспечение повышения биологического потенциала зернобобовых культур [Текст] / А. Д. Задорин // Биологический и экономический потенциал зернобобовых, крупяных культур и пути его реализации. – Орел, 1999. – С. 3-15.
52. Задорин, А. Д. Средообразующая роль зернобобовых культур [Текст] / А. Д. Задорин, А. П. Исаев, А. П. Лапин. – Орел : ОрелГАУ, 2003. – 127с.
53. Золотарев В.Н. Плотность агроценоза – фактор регулирования семенной продуктивности лядвенца рогатого [Текст] / В. Н. Золотарев, Е. К. Михайличенко // Доклады РАСХН. – 1999. – № 5. – С. 11 - 13.
54. Иванов, И. А. Севооборот, эффективность удобрений и плодородие почв [Текст] / И. А. Иванов // Агрохимия. – 1989. – № 11. – С. 35.
55. Индустриальная технология возделывания сои. – Москва : Агропромиздат, 1985. – С. 49.
56. Какшинцев, А. В. Снижение антропогенного воздействия на агробиоценоз при возделывании люпина [Текст] / А. В. Какшинцев // Влияние природ. и антропоген. факторов на социозкосистемы. – 2003. – № 2 – С. 153-156.

57. Какшинцев, А. В. Эффективность бактериального удобрения и стимуляторов роста на люпине узколистом в зависимости от сорта и метеорологических условий [Текст] / А.В. Какшинцев // Проблемы производства продукции растениеводства и пути их решения. – Горки, 2000. – Ч.2. – С. 76-81.
58. Калимуллин, А. Н. Возделывание скороспелых сортов сои в Поволжье [Текст] / А. Н. Калимуллин, В. В. Зубков, П. П. Мордвинцев, С. М. Соконов // Краткие рекомендации. – Безенчук, 1999. – С. 31.
59. Калинина, Е. А. Возможность использования ауксинов и цитокининов для повышения урожайности зерновых культур на примере кукурузы (*Zea mays* Z.) [Текст] / Е. А. Калинина, Е. С. Роньжина. – Т.3. – С. 353-355.
60. Картыжова, Л. Е. Ризосферный микробиоценоз и урожайность узколистного люпина в условиях интродукции *Rh. lupini* и применения микроэлементов [Текст] / Л. Е. Картыжова, А. А. Суховицкая, Т. В. Изюмова // Пробл. произ. продукции растениеводства и пути их решения. – Горки, 2000. – Ч. 1. – С. 62-65.
61. Карягин, Ю. Г. Эффективность бактеризации растений сои активными расами клубеньковых бактерий [Текст] / Ю. Г. Карягина // Микробиология. – 1980. – Т. 49. – № 1. – С. 141-147.
62. Кашеваров, Н. И. Влияние азотных удобрений на урожайность зерна сои на выщелоченных черноземах северной лесостепи Западной Сибири [Текст] / Н. И. Кашеваров, А. А. Полищук, А. В. Бейч, Н. Н. Кашеварова // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2005. – № 1. – С. 81-83.
63. Кефели, В. И. Природные и синтетические регуляторы онтогенеза растений [Текст] / В. И. Кефели, П. В. Власов, Л. Д. Прусакова и др. // Итоги науки и техники : Сер. Физиология растений. – Москва : ВИНТИ, 1990. – Т.7.
64. Кияк, Г. Важные приемы выращивания гороха [Текст] / Г. Кияк, Б. Воевода // Зернобобовые культуры. – 1965. – № 4. – С. 18 - 20.

65. Клевенская, И. Л. Фиксация азота атмосферы свободноживущими микроорганизмами. Сообщение 3: Влияние растительности на процесс фиксации азота [Текст] / И. Л. Клевенская // Известия СО АН СССР. Сер. биол. наук. – 1976. – № 15. – Вып. 3. – С. 17-21.
66. Книжников, А. М. Минимальная обработка почвы [Текст] / А. М. Книжников, О. С. Кириллова, Г. И. Кононович // Кормопроизводство. – 1981. – № 5. – С. 30.
67. Коваль, И. М. Влияние биологических препаратов на урожайность семян кормового люпина [Текст] / И. М. Коваль // Тез. докл. Межд. научно-практ. конференции. – Брянск, 2001. – С.157-159.
68. Кожемяков, А. П. Основные итоги работы географической сети опытов с нитрагином [Текст] / А. П. Кожемяков // Технология производства и эффективность применения бактериальных удобрений. – Москва : Наука, 1982. – С. 19-27.
69. Кожемяков, А. П. Перспективы применения препаратов азотфиксирующих микроорганизмов в сельском хозяйстве [Текст] / А. П. Кожемяков, А. В. Хотянович // Бюллетень ВИУА. – 1997. – № 110.
70. 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.
71. Коринец, В. В. Энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур [Текст] / В. В. Коринец, В. Н. Козленко, А. Ф. Козловцев. – Волгоград : ВСХИ, 1985. – 30 с.
72. Костина, О. В. Активность бобово-ризобиального аппарата и продуктивность гороха в зависимости от природных рострегуляторов и микроэлементов [Текст] / О. В. Костина // Аграрная наука. – 2009. – № 2. – С. 28-30.
73. Коць, С. Я. Влияние возрастающих доз азота на интенсивность азотфиксации, усвоение азота и продуктивность люцерны [Текст] / С. Я. Коць, М. М. Ничик, Е. П. Старченков // Агрохимия. – 1990. – № 6. – С. 11-17.

74. Кронгауз, Е. А. Изучение условий размножения клубеньковых бактерий в торфе [Текст] / Е. А. Кронгауз, Н. И. Монакова, М. Г. Присягина // Микробиол. Синтез, 1969. – С. 33-37.

75. Купцов, Н. С. Закономерности эволюции мезоструктуры растений в ходе селекции на зерновую продуктивность и их использование в процессе синтеза интенсивных форм [Текст] / Н. С. Купцов // Физиолого-генетические проблемы интенсификации селекционного процесса: сб. науч. тр. – Саратов, 1984. – Ч. 1. – С.88-89.

76. Лабынцев, А. В. Средаобразующие возможности сортов гороха при различных уровнях минерального питания [Текст] / А. В. Лабынцев // Бюллетень ВИУА. – 2001. – № 115. – С. 40-42.

77. Лихачев, Б. С. Проблемы научного сопровождения развития полевого кормопроизводства [Текст] / Б. С. Лихачев // Наука и образование – возрождению сельского хозяйства России в XXI веке. – Брянск : БГСХА, 2000. – С. 23-25.

78. Лугова, Л. А. Генетика развития растений [Текст] / Л. А. Лугова, Н. А. Проворов, О. Н. Тиходеев, И.А. Тихонович, Л.Т. Ходжайова, С.О. Шишкова. – Санкт-Петербург : Наука, 2000. – 539 с.

79. Луценко, Э. К. Индуцированные АГАТОМ – 25К цитофизиологические изменения у проростков риса в условиях засоления [Текст] / Э. К. Луценко, Е. А. Марушко / Современная физиология растений от молекул до экосистем: материалы докладов. – Ч. 2.– Сыктывкар : Коми НИУ, 2007. – С. 243 - 244.

80. Майстренко, Г. Г. К вопросу о причинах ингибирующего действия высоких доз минерального азота на инфицирование бобовых растений клубеньковыми бактериями [Текст] / Г. Г. Майстренко, Л. А. Аветисов // Использование микроорганизмов в сельском хозяйстве и промышленности. – Новосибирск : Наука, 1982. – С. 15-20.

81. Майсурия, Н. А. Культура зернобобовых растений [Текст] / Н. А. Майсурия // Сб. науч. работ ВАСХНИЛ. – Москва, 1967. – 207 с.

82. Майсuryн, Н. А. Антоциановая окраска как признак селекции на быстроту роста и скороспелость [Текст] / Н. А. Майсuryн, А. И. Тютюнников // Известия ТСХА, 1962. – Вып. 3. – С. 59-65.

83. Майсuryн, Н. А. Биологические и агротехнические особенности белого кормового люпина [Текст] / Н. А. Майсuryн, Г. Г. Гатаулина // Культура зернобобовых растений. – Москва : Колос, 1967. – С. 114-124.

84. Майсuryн, Н. А. История культуры люпина [Текст] / Н. А. Майсuryн // Люпин: сб. науч. тр. / ТСХА. – Москва, 1962. – С. 11-47.

85. Майсuryн, Н. А. Люпин в хозяйстве и промышленности [Текст] / Н. А. Майсuryн. – Новосибирск, 1972. – С. 15-20.

86. Майсuryн, Н. А. Люпин [Текст] / Н. А. Майсuryн // Сб. научных работ / ТСХА. – Москва, 1962. – 403 с.

87. Майсuryн, Н. А. Люпин [Текст] / Н. А. Майсuryн, А. И. Атабекова. – Москва : Колос, 1974. – 299 с.

88. Майсuryн, Н. А. Некоторые вопросы агротехники люпина [Текст] / Н. А. Майсuryн // Люпин. – Москва : ТСХА, 1962. – 175 с.

89. Майсuryн, Н. А. Процесс окультуривания люпина [Текст] / Н. А. Майсuryн // Люпин. – Москва : ТСХА, 1962. – С. 15-20.

90. Макарова, Л. Е. Влияние низких и сверхнизких концентраций силантранов на устойчивость высоким температурам и модуляцию при инфицировании *Rhizobium* растений гороха [Текст] / Л. Е. Макарова, М. Г. Соколова, Е. В. Кузнецова, М. Г. Воронков, Т. А. Кузнецова, К. А. Абзаева // Современная физиология растений: от молекул до экосистем : Междунар. конф. – Ч. 2. – Сыктывкар, 2007. – С. 253-254.

91. Маліченко, С. М. Визначення конкурентоспроможності бульбичкових бактерій люпину при іпокуяції активним і не активним штаммами [Текст] / С. М. Маліченко, В. К. Даценко, Н. М. Мельникова // Физиология и биохимия культурных растений. – 1998. – № 1. – С. 49-53.

92. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – Москва : Колос, 1985. – 248 с.

93. МIRONENKO, A. B. Алкалоиды люпина и их изменение в процессе роста и развития растений и под влиянием условий выращивания [Текст] / А. В. МIRONENKO, А. И. Заболотный // Селекция, семеновод, и приёмы возделывания люпина. – Орёл : ОрелГАУ, 1974. – С. 121.

94. Михайлова, О. Ю. Предпосевная обработка семян люпина узколистного [Текст] / О. Ю. Михайлова // Матер. научно-практ. конференции Ижев. ГСХА. – Ижевск, 1999. – С. 32-33.

95. Мишустин, Е. Н. Биологическая фиксация атмосферного азота [Текст] / Е. Н. Мишустин, В. К. Шильникова. – Москва : Наука, 1968. – 532 с.

96. Моисеенко, Ф. В. Влияние инокуляции семян на продуктивность и качество зелёной массы жёлтого люпина [Текст] / Ф. В. Моисеенко, Н. М. Белоус, И. Е. Нестеров // Бюлл. ВИУА. – 1999. – С. 79.

97. Монакова, Н. И. Условия размножения быстро растущих клубеньковых бактерий в почве [Текст] / Н. И. Монакова, Е. А. Кронгауз // Микробиология промышленности. – 1972. – Вып. 8. – С. 30-35.

98. Москалёв, А. И. Продуктивность однолетних бобовых культур по различным агрофонам [Текст] / А. И. Москалев, Л. К. Тулинова // Биологические и агротехнические основы интенсификации растений. – Горький, 1987. – С. 56.

99. Муромцев, Г. С. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений [Текст] / Г. С. Муромцев, Д. И. Чкаников, О. Н. Кулаева, К. З. Гамбург. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 269 с.

100. Нагорный, В. Д. Соя : особенности минерального питания и удобрения [Текст] / В. Д. Нагорный. – Москва : изд-во Рос. ун-та Дружбы народов, 1993. – 143 с.

101. Наймарк, Л. Б. Сравнительная продуктивность сортов жёлтого люпина по урожаю зелёной массы и кормовой ценности в зависимости от густоты посева на разных фонах питания [Текст] / Л. Б. Наймарк, Н. С. Савельев // Актуальные вопросы кормопроизводства в Белоруссии. – 1986. – С. 27.

102. Наумкин, В. Н. Результаты оценки образцов люпина в условиях ЦЧР [Текст] / В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина, О. Д. Мещеряков, А. И. Артюхов, М. И. Лукашевич // Кормопроизводство. – 2012. – № 6. – С. 24 – 25.
103. Наумкин, В. Н. Виды и сорта кормового люпина в Белгородской области [Текст] / В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина, В. А. Сергеева // Земледелие. – 2009. – № 6. – С. 47-48.
104. Научные основы эффективности применения удобрений в Центрально-Чернозёмной зоне [Текст] / Папников В. Д. [и др.]. – Воронеж : Центрально-Чернозёмное книжное издательство, 1983. – 165 с.
105. Неклюдов, Б. М. Молибденовые удобрения для бобовых культур / Б. М. Неклюдов // Возделывание и уборка зернобобовых культур. – Орел, 1971. – С. 243-246.
106. Нестеров, И. А. Влияние калийных удобрений и инокуляции на азотофиксирующую способность люпина [Текст] / И. А. Нестеров // Бюлл. ВИУА. – 2000. – № 113. – С. 94-96.
107. Нестеров, И. А. Влияние форм калийных удобрений на урожайность зелёной массы люпина узколистного на разных уровнях плодородия дерново-подзолистых песчаных почвах [Текст] / И. А. Нестеров, Ф. В. Моисеев, А. А. Воробьёва, Н. П. Козловская // Бюлл. ВИУА. – 1999. – № 112. – С. 76-77.
108. Никелл, Л. Дж. Регуляторы роста растений [Текст] / Никелл Л. Дж. – Москва : Колос, 1984. – 192 с.
109. Николаева, В. Т. Формирование симбиотического аппарата сои в зависимости от условий выращивания в Приамурье [Текст] / В. Т. Николаева, В. В. Русаков, Г. С. Посышанов // Известия ТСХА. – 1985. – № 2 – С. 23-25.
110. Ничипорович, А. А. О свойствах растений как оптической системы [Текст] / А. А. Ничипорович // Физиология растений. – Вып. 5. – Москва, 1961. – С. 536-546.

111. Нургалиева, Р. В. Роль гормональной системы в защитном эффекте Гуми – М на растениях пшеницы к *Tilletia caries* [Текст] / Р. В. Нургалиева, Д. Р. Масленникова, Р. Ф. Исаев, Ш. Я. Гилязетдинов, В. И. Кузнецов, Ф. М. Шакиров // Современная физиология растений: от молекул до экосистем : междунар. конференция. Ч.2. – Сыктывкар, 2007. – С. 298-299.
112. Олейник, В. А. Влияние фосфорных удобрений на продуктивность люпина [Текст] / В. А. Олейник, В. Дынник // Земледелие. – Киев. – 1981. – Вып. 53. – С. 71-76.
113. Орлов, В. П. Зернобобовые культуры в интенсивном земледелии [Текст] / В. П. Орлов, А. П. Исаев, С. И. Лосев и др. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 206 с.
114. Орлов, В. П. Испытание эффективности штамма 371a *Rhizobium lupini* на темно-серой лесной почве [Текст] / В. П. Орлов, Е. А. Щербина // Бюллетень ВНИИСХМ. – 1986. – № 45. – С. 7-9.
115. 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.
116. Павлов, Е. И. Влияние протравителей и регуляторов роста на качество высеваемых семян [Текст] / Е. И. Павлов, А. А. Янышина // Защита и карантин семян. – 2009. – № 2. – С. 26.
117. Перегудов, С. Н. Влияние ризоторфина, макро- и микроудобрений на продуктивность белого люпина в зоне предгорных карбонатов Черноморья [Текст] / С. Н. Перегудов // Орошение и экология почв Предкавказья. – Ставрополь: СХИ, 1992. – С. 35-37.
118. Перегудов, С. Н. Эффективность применения удобрений при возделывании люпина белого в зоне предгорных чернозёмов Северного Кавказа [Текст] / С. Н. Перегудов // Интенсивное использование пашни. – Ставрополь, 1993. – С. 61-64.

119. Персикова, Т. Ф. Влияние условий питания на эффективность бобово-ризобияльной системы люпина узколистного [Текст] / Т. Ф. Персикова // Агробιοлогическое обоснование химизации сельского хозяйства. – Горки, 2001. – С. 55-59.

120. Персикова, Т. Ф. Изучение рационального сочетания способов применения удобрений, регуляторов роста и бактериальных препаратов под люпин узколистный [Текст] / Т. Ф. Персикова, А. Н. Блохин // Наука – производ. – Гродно : Наука, 2000. – С. 101.

121. Петербургский, А. В. Калийные удобрения, урожай и его качество [Текст] / А. В. Петербургский, А. В. Кузнецов // Сельское хозяйство за рубежом. – 1975. – № 2. – С. 2.

122. Петерсон, Н. В. Накопление хлорофиллов в листьях и урожай люцерны, инокулированной активными штаммами клубеньковых бактерий [Текст] / Н. В. Петерсон, Т. А. Черномырдина, Е. К. Курыляк и др. // Физиология и биохимия культурных растений. – 1990. – Т. 22. – № 2. – С. 126-131.

123. Пида, С. В. Бактеризація насіння люпину жовтого та її вплив на симбіотичні та алелопатичні властивості рослин [Текст] / С. В. Пида, Н. В. Солодюк, Е. А. Головки // Физиология и биохимия культурных растений. – 2001. – № 4. – С. 319-325.

124. Пимохова, Л. И. Физиологические особенности и продукционный процесс разных морфотипов люпина в условиях загущенных ценозов и перспективы их селекционного использования [Текст] : автореф. дис. ...канд. с.-х. наук / Л. И. Пимохова. – Брянск, 2006. – 22 с.

125. Позднякова, А. И. Способ получения инокулята для бобовых культур [Текст] / А. И. Позднякова, А. В. Хотянович, В. А. Борисович и др. // А.С.922104 (СССР) опубл. в Б.И. – Санкт-Петербург. – 1982. – № 15.

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

127. Пономарев, А. Ф. Интенсификация кормопроизводства [Текст] / А. Ф. Пономарев. – Москва : Росагропромиздат, 1988. – 20 с.
128. Посыпанов, Г. С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха [Текст] / Г. С. Посыпанов. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 306 с.
129. Посыпанов, Г. С. Бобово-ризобийный симбиоз в контролируемых и полевых условиях при разной обеспеченности минеральным азотом [Текст] / Г. С. Посыпанов, Л. Д. Князева // Изв. ТСХА. – 1975. – Вып. 1. – С. 33-42.
130. Посыпанов, Г. С. Влияние реакции почвенной среды на рост, развитие и урожай фасоли [Текст] / Г. С. Посыпанов, В. В. Русаков // Биологические основы повышения урожайности сельскохозяйственных культур. – Москва : ТСХА, 1974. – С. 36.
131. Посыпанов, Г. С. Формирование симбиотического аппарата вики посевной при разных условиях выращивания [Текст] / Г. С. Посыпанов, В. К. Хромой // Изв. ТСХА. – 1983. – Вып.4. – С. 176-178.
132. Посыпанов, Г. С. Поступление в семена сои азота из различных источников в зависимости от условий выращивания [Текст] / Г. С. Посыпанов, У. А. Делаев, В. А. Рухадзе, В. Ф. Федоров // Известия ТСХА. – Москва : Агропромиздат. – 1985. – № 6. – С. 42-47.
133. Потапов, А. А. Люпин узколистый сорта Кристалл – новая кормовая культура для условий Республики Коми [Текст] / А. А. Потапов // Акт. проблемы генетики: матер. 2 конф. – Т. 1. – Москва, 2003. – С. 205.
134. Проворов, Н. А. Специфичность взаимодействия клубеньковых бактерий с бобовыми растениями и эволюция бобово-ризобийного симбиоза (обзор) [Текст] / Н. А. Проворов // Сельскохозяйственная биология. – 1985. – № 3. – С. 34-46.
135. Проворов, Н. А. Генетический полиморфизм бобовых культур по способности к симбиозу с клубеньковыми бактериями [Текст] / Н. А. Проворов, Б. В. Симаров // Генетика. – 1992. – Т. 28. – С. 5-14.

136. Проскура, И. П. Биологические основы и агротехнические приемы повышения урожая и качества семян кормового люпина [Текст] / И. П. Проскура // Селекция, семеноводство и приёмы возделывания люпина. – Орёл, 1974. – С. 142-150.

137. Прянишников, Д. Н. Агрохимия. Избранные сочинения. – Москва : Сельхозгиз, 1963. – Т. 1. – 735 с.

138. Рак, М. В. Влияние некорневых подкормок бором, кобальтом, йодом и молибденом на урожайность люпина узколистного [Текст] / М. В. Рак, М. Ф. Дембиций // Акт. пробл. адапт. интенсиф. земледелия на рубеже столетий. – Минск, 2000. – С. 175-179.

139. Романов, В. И. Энергетика симбиотической азотфиксации у бобовых и ее связь с фотосинтезом [Текст] / В. И. Романов // Молекулярные механизмы усвоения азота растениями. – Москва : Наука, 1983. – С. 92-121.

140. Романова, Л. В. Природные регуляторы роста и устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды [Текст] / Л. В. Романова, В. Н. Синельникова В. В. Виноградова [и др.] // Повышение продуктивности и устойчивости зерновых культур. – Алма-Ата : Наука, 1983. – С. 49-53.

141. Ростунов, А. А. Роль гормонального статуса в физиологической характеристике сортов озимой пшеницы [Текст] / А. А. Ростунов // Регуляторы роста и развития растений: Тезисы докл. второй конф. (29 июня – 1 июля 1993 г. – Горки). – Ч.2. – Москва : Наука, 1993. – С. 232.

142. 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. – Горки. – 1982. – Вып. 83. – С. 61.

143. Садыко, Б. Ф. Биологическая азотфиксация в агроценозах [Текст] / Б.Ф. Садыков // БНЦ УрОАН СССР. – Уфа, 1989. – 109 с.

144. Свитенгейм, М. Производство люпина в Западной Австралии и борьба с вредителями и болезнями [Текст] / М. Свитенгейм // Состояние и

проблемы научного обеспечения люпиносеяния в России : тез. Докл. Международной научно-практ. конференции. – Брянск : ГСХА, 2001. – С. 15-18.

145. Семёнов, С. А. Влияние удобрений на фотосинтетическую деятельность и семенную продуктивность узколистного люпина в посевах [Текст] / С. А. Семёнов // Научные тр. Костромской ГОСХОС. – Кострома, 1970. – Вып. 2. – С. 54.

146. Синягин, И. И. Прогрессивная технология внесения минеральных удобрений [Текст] / И. И. Синягин. – Москва : Колос, 1975. – С. 184.

147. Смирнова-Иконникова, М. И. Биохимическое изучение зернобобовых культур в связи с проблемой растительного белка [Текст] : автореф. Дис. ...докт. с.-х. наук / М. И. Смирнова-Иконникова. – Ленинград, 1965. – 47 с.

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

149. Старченков, Е. П. О состоянии и перспективах исследований азотфиксации бобово-ризобиальными системами [Текст] / Е. П. Старченков // Физиология и биохимия культурных растений. – 1987. – Т. 19. – № 1. – С. 3-19.

150. Старченков, Е. П. Проблема симбиотической азотфиксации: народнохозяйственное значение, достижения и перспективы исследований [Текст] / Е. П. Старченков // Физиология и биохимия культурных растений. – 1996. – Т. 28. – № 1-2. – С. 36-52.

151. Степанов, А. Л. Влияние различных форм азотных удобрений на активность азотфиксации и денитрификации дерново-подзолистой почвы [Текст] / А. Л. Степанов // Вестник МГУ. Почвоведение. – 1984. – № 2. – С. 35-37.

152. Стрелков, И. Г. Влияние минеральных удобрений на урожай и качество семян жёлтого кормового люпина [Текст] / И. Г. Стрелков, В. А. Евдокименко // Земледелие и растениеводство в БССР : научные тр. Бел. НИИЗ. – Минск : Ураджай, 1967. – Т. 1. – С. 167.

153. Строна, И. Г. Промышленное семеноводство [Текст] / И. Г. Строна. – Москва : Колос, 1980. – 286 с.
154. Такунов, И. П. Люпин – настоящее и будущее [Текст] / И. П. Такунов // 20 лет Всероссийскому научно-исследовательскому институту люпина: сб. науч. трудов. – Брянск: Читай город, 2007. – С. 15-41.
155. Такунов, И. П. Состояние и проблемы научного обеспечения люпиносеяния в Российской Федерации [Текст] / И. П. Такунов // Научное обеспечение люпина в России: тез. докл. междунар. науч. конференции. – Брянск: ВНИИ люпина, 2005. – С. 4-12.
156. Такунов, И. П. Агробиологический потенциал люпина [Текст] / И. П. Такунов // Биологический и экологический потенциал люпина и пути его реализации: тез. докл. междунар. науч. конференции. – Брянск : ВНИИ люпина, 1997. – С. 3.
157. Такунов, И. П. Люпин в земледелии России [Текст] / И. П. Такунов. – Брянск : Придесенье, 1996. – 372 с.
158. Такунов, И. П. Энергоресурсосберегающая роль люпина в современном сельскохозяйственном производстве [Текст] / И. П. Такунов // Кормопроизводство. – 2001. – № 1. – С. 3-7.
159. Такунов, И. П. Применение молибдена и бора под узколиственный люпин на серых лесных почвах [Текст] / И. П. Такунов, Л. Л. Яговенко // Агрохимия. – 1995. – № 10. – С. 83.
160. Тарануха, Г. И. Состояние люпиносеяния и селекции люпина в Беларуси [Текст] / Г. И. Тарануха // Научное обеспечение люпиносеяния в России. – Брянск : ВНИИ люпина. – 2005. – С. 13-18.
161. Тарануха, Н. Г. Влияние предпосевной обработки семян экстрактами проростков зерновых культур и штаммами клубеньковых бактерий на урожайность и азотфиксирующую способность люпина [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Н. Г. Тарануха. – Горки, 1992. – 27с.
162. Тарануха, Н. Г. Резервы повышения азотфиксирующей способности люпина [Текст] / Н. Г. Тарануха, В. Г. Тарануха // Состояние и проблемы

научного обеспечения люпиносеяния в России : тез. докл. межд. научно-практ. конф. – Брянск : ВНИИ люпина, 2001. – С. 129-130.

163. Тимофеева, С. В. Оценка эффективности бактеризации люпина в многолетних опытах Географической сети [Текст] / С. В. Тимофеева, А. П. Кожемяков // Бюллетень ВИУА. – 2003. – № 117. – С. 238-240.

164. Тихонович, И. А. Использование генетических факторов макросимбионта для повышения эффективности биологической азотфиксации [Текст] / И. А. Тихонович // Биологический азот в сельском хозяйстве СССР. – Москва : Наука, 1989. – С. 166-181.

165. Тотлсон, Л. М. Почвы и их плодородие [Текст] / Л. М. Тотлсон, Ф. Р. Троу. – Москва : Колос, 1989. – 462 с.

166. Трепачев, Е. П. О некоторых аспектах симбиотической фиксации азота бобовыми культурами [Текст] / Е. П. Трепачев // Агрохимия. – 1976. – № 1. – С. 138-148.

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

168. Тулин, С. А. Сравнительная эффективность хлористого и сернокислого калия в севообороте на песчаных подзолистых почвах Брянского Полесья [Текст] / С. А. Тулин, И. А. Норкина // Бюлл. ВИУА. – 1984. – Вып. 70. – С. 13.

169. Турбин, Н. В. Проблемы белка в сельском хозяйстве [Текст] / Н. В. Турбин. – Москва : Колос, 1975. – 176 с.

170. Устойчивость растений и её регуляция [Текст] : сборник статей / под ред. О. А. Зауралова. – Саранск : Мордовский ГУ, 1990. – 115 с.

171. Федотов, В. А. Растениеводство Центрально-Черноземного региона [Текст] / В. А. Федотов, В. В. Коломейченко, Г. В. Коренев и др. – Воронеж : Центр духовного возрождения Черноземного края, 1998. – 464 с.

172. Физиология устойчивости растений и регуляторы роста [Текст] : сборник статей / под ред. О. А. Зауралова. – Саранск, 1987. – 155 с.
173. Фитогормоны – регуляторы роста растений [Текст] : сборник статей АН СССР // Главный ботанический сад ; отв. Редактор Н. В. Цицин . – Москва : Наука, 1980. – 147 с.
174. Фитогормоны в процессах роста и развития растений [Текст] : сборник статей АН СССР // Главный ботанический сад ; отв. Редактор Н. В. Цицин . – Москва : Наука, 1974. – 144 с.
175. Хотянович, А. В. Способ получения препарата клубеньковых бактерий [Текст] / А. В. Хотянович, В. В. Бочаров, А. Е. Фролов // А. с. 697489 (СССР). Оpub. в Б.И. – 1979. – № 42. – С. 93.
176. Хотянович, А. В. Основы технологии ризоторфина и применение в сельском хозяйстве страны [Текст] / А. В. Хотянович, А. И. Позднякова // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – Москва : Наука. – 1985. – С. 157-163.
177. Цыганов, А. Р. Влияние на семенную продуктивность узколистного люпина бактериального удобрения и регуляторов роста [Текст] / А. Р. Цыганов, Т. Ф. Персикова, А.В. Какшинцев //Акт. пробл. адаптивной интенсификации земледелия на рубеже столетий. – Минск : Ураджай, 2000. – С. 175-179.
178. Ченкин, А. Ф. Фитосанитарная диагностика [Текст] / А. Ф. Ченкин, В. А. Захаренко, Г. С. Белозёрова и др. – Москва : Колос, 1994. – 323 с.
179. Черемисов, Б. М. О необходимости применения нитрагина [Текст] / Б. М. Черемисов // Прогр. технологии возделывания и уборки зернобобовых культур. – Орел, 1971. – С. 252-257.
180. Черствый, С. М. Влияние почвенных удобрений на эффективность штаммов клубеньковых бактерий люпина желтого [Текст] / С. М. Черствый // Использование достижений микробиологической науки в повышении эффективности земледелия. – Киев : Наукова Думка, 1989. – 70 с.

181. Чурсина, Е. В. Применение регулятора роста циркон для снижения токсического действия цинка на продуктивность и химический состав яровой пшеницы [Текст] / Е. В. Чурсина, И. П. Малахова, Н. К. Сидоренко // Современ. физ. растений: от молекул до экосистем : Междунар. конф. – Ч.2. – Москва : РАСХН, 2007. – С. 424 -425.
182. Шарапов, Н. И. Люпин и его возделывание в СССР [Текст] / Н. И. Шарапов. – Москва : Сельхозиздат, 1935. – 240 с.
183. Шевелуха, В. С. Оценка генетического риска применения регуляторов роста [Текст] / В. С. Шевелуха, Л. И. Хрусталева, И. К. Блиновский и др. // Регуляторы роста растений. – Москва : агропромиздат. – 1990. – С. 132-143.
184. Шевелуха, В. С. Регуляторы роста растений в сельском хозяйстве / В. С. Шевелуха, В. М. Ковалев, Л. Г. Груздев, И. К. Блиновский // Вестник с.-х. науки. – 1985. – № 9. – С. 24-27.
185. Шевелуха, В. С. Регуляторы роста и проблемы селекции растений [Текст] / В. С. Шевелуха, В. М. Ковалёв, П. В. Курапов // Физиологические основы селекции растений. – Ч.1. – Т. 2, 1995. – С. 259-292.
186. Шильникова, В. К. Влияние минеральных азотсодержащих соединений на клубеньковые бактерии в условиях симбиоза [Текст] / В. К. Шильникова, О. Л. Сидоренко, И. И. Корпина // Известия ТСХА. – 1972. – № 2. – С. 120.
187. Школьник, М. Я. Микроэлементы в жизни растений [Текст] / М. Я. Школьник. – Москва : Наука, 1974. – 324 с.
188. Юхимчук, Ф. Ф. Азотный обмен и возрастные изменения бобовых растений [Текст] / Ф. Ф. Юхимчук. – Киев : Госсельхозиздат, 1957. – 160 с.
189. Яговенко, Т. В. Влияние загущения люпина узколистного на продуктивность растений [Текст] / Т. В. Яговенко, Л. И. Пимохова, Л. В. Денисенко // Кормопроизводство. – 2005. – № 6. – С. 19-21.

190. Almedia, A. L. Wirkung von Kalidungung und Kalkung auf den Ertrag von Weizen und Lupine auf einem Ortiz Luvisol in Portugal / A. L. Almedia // Kali - Briefe Fachgebiet. – 1986. – Bd. 105. – № 16. – s.l.
191. Anon, L. M. Il lupino, avro successo / L. M. Anon // Terra vita. – 1986. – v.27. – № 6. – P. 67.
192. Baulis, J. M. Lupins in the farming system: a survey of production / J. M. Baulis, J. Hamblin // Proceedings. – 1986. – P. 161-172.
193. Begnarek, W. Pobranie fosforu przez rosliny uprawne z gieceby nawożeney nilkonwencjonalnymi naworami fosforowymi / W. Begnarek // Ann. mariae curieskladowsks. Sect. E. – 1992. – V.47. – P. 99.
194. Bolland, M. D. Increasing phosphorus concentration in lupin seed increases grain yields on phosphorus deficient soil / M. D. Bolland, B. N. Paunter, M. C. Baker // Austral. J. exper. Agr. – 1989. – V.29. № 6. – P.797.
195. Braum, S. M. Effekt of lupine root exudates on phosphorus uptake / S. M. Braum, P. A. Helmke // Amer. Soc. Agron. Annu. Meet. – 1991. – P.56-58.
196. Carrouee, B. Grain legumes in the European Union: current status and prospect / B. Carrouee // 2-nd European conference on Grain Legumes. – Improving production and utilization of grain legumes. – Copenhagen. – 1995. – P. 2.
197. Czuz, H. Doskonalenie agrotechniki roslin straczkowych / H. Czuz // No we Roln. – 1988. – V. 7/8. – P. 11.
198. Dechnic, T. Respons de fever ole et lupin a laccessibilite de ioxydene aux ra-ciness. / T. Dechnic et al. // Zecz. probl. nauk rol. – 1986. - №312. – S. 105.
199. Duthion, C, Influence des condidations de nutrition azottee sur accumulation de metiere seche et d" azote par le lupin blanc de printemps / C. Duthion, N. Amarger //Agronomic. – 1989. – № 9. – P. 37-48.
200. Evans, J. Influence of mineral nitrogen on nitrogen fixation by lupine as asessed by I5N isotope dilution methods / J. Evans, G.E. O' Connor et al. // Field. Crops Res. – 1987. – V. 17. – №2. – P. 109.
201. Garside, A. Sweet lupins / A. Garside // Tasmanian J. Agr.– 1975. – № 46. – P. 1-5.

202. Halmajan, H. V. Grain legumes in Romania: achievements and perspectives. 2-nd European conference on Grain Legumes.improving production and utilization of grain legumes / H. V. Halmajan, V. Halmajan, J. Scurtu, M. Nicolae, R. Cotianu. – Copenhagen. – 1995. – P. 16.
203. Hansen, A. P. Symbiotic N₂ fixation of crop legumes: achievements and perspectives [Ed.: Center for Agricultural in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim. Managing ed.: Dietrich E. Leihner] / A. P. Hansen. – Weikersheim: Margraf. – 1994. – 248 p.
204. Harasimowicz – Hermann, G. The effect of fertilization with micro-elements and magnesium on the devebopment and the yield of yellow lupine *Lupinus luteus* L / G. Harasimowicz – Hermann // Abstracts 5 Intern. Lupin conf. - Poznan, 1988. – P. 65-67.
205. Harper, J. E. Soil and symbiotic nitrogen requirements for optimum soybean production II Crop Sci / J. E. Harper. – 1974. – Vol. 14, 2. – P. 255-260.
206. Herbert, S. Influence of irrigation and foliar feeding of N.P.K. and S dring seedfilling in two lupin species / S. Herbert, C. Doughety // N.Z.J, exper. Agr. – 1978. – № 6. – P. 38-42.
207. Hodge, A. Lupins in the South BurnettV / A. Hodge // Queensland agr. J. – 1978. – № 104. – P. 239-244.
208. Jackson, K. I. et. Al. Lupin studies in the Emeralt irrigation area. //Quensland J.agr. anim. Sc. – 1986. – v.73. – № 2. – P.1 19.
209. Jakobson, S. E., Toft A. Jupin / S. E. Jakobson // Dansk Froavl. – 1985. – № 68. – P. 78-79.
210. Kotecki, A. Wplyw przedsiewnego nawozenia azotom I dolistnego nawozenia mikroelementami na rozwoj I plonowania Lubini zoltego / A. Kotecki, W. Nalarz // Zesz.nark AR WroclawiuRol. – 1991. – № 55. – S. 85.
211. Kozhemyakov, A. P. Nitrogen -fixation ability in *Lupinus angustifolius* L. Speciemens inder inoculation conditions with perspective module bacteria strains / A. P. Kozhemyakov, B. S. Kurlovich, T. A. Anenko, L. T. Kartuzova //

Abstracts of the 10 intern. Congress on nitrogen – fixation. – S. Peterburg, 1995. – P.501.

212. Kribek, K. Efektivni hnojeni lupiny bible / K. Kribek. – Yroda, 1979. – 27 s.

213. Leymoine, J. P. Des tetes d'assolement quivalorisent bien la fumure / J. P. Leymoine // Cultivar. – 1987. – V.207. – R.76.

214. Maynarlier, M. La culture du lupin / M. Maynarlier //Le canlal sgriso. – 1979. – № 12. – P. 6-8.

215. Michalek, H. Anbauempfehlungen fur Keknerproduktion gelber Suslupinen / H. Michalek, M. Brummund //Getreidefirtsch. – 1989. – Bb.23. – № 2. – S.40.

216. Newton, W. E. Nitrogen fixation: some perspectives and prospects II Proc. 1st Eu-ropean nitrogen fixation conference / W. E. Newton. – Szeged, 1994. – P. 1-6.

217. Olsen, F. J. Effect of nitrogen on nodulation and yield of soybean I / F.J. Olsen, G. Hamilton, D.M. Elkins II Exp. Agr. – 1975. – Vol. 11. – № 4. – P. 289-294.

218. Palil Hoffmann, H. Economic of grain legume cultivation in the F.R.G. with special regard to Hu cap reform / H. Palil Hoffmann // 2nd European Conference on grain legumes. – Copenhagen – Denmark. – 1995. – 304 s.

219. Raza, S. Inoculation strains on groth of lupin on newly reclaimed land in Egypt / S. Raza, B. Jornosgard // Biol, and fert. soiles. – 2001. – № 5. – P. 319-324.

220. Riley, M. M. Zink deficiency in what and lupins in western Australia is affected by the Source phosphate fertilizer / M. M. Riley // Austral. J. exper. Agr. – 1992. – V.32. – № 4. – P. 455.

221. Ruiz, L. R. Alkaloid analysis of «sweef» lupin seed bu PLE / L. R. Ruiz // J. of Agr. Res. – 1978. – № 21. – P.241.

222. Sharma, P. K. Studies on relationship between chlorophyll content and nitro-gen fixation in lentil (*Lens esculenta* L.) nodulate by different strains of Rhi-

zobium leguminosarum. / P. K. Sharma, V.P.S. Chahal, R. B. Rewari // Indian F. Microbiol. – 1982. – Vol.22. – P. 291 – 292.

223. Stelzner, Ch. Anbautechnische Massnahmen zur Siherung eines hohen Kornertrages bei weissen Susslupinen / Ch. Stelzner // Saat. Und Pflanzgut. – 1977. – 18. – S. 37-38.

224. Streeter, J. G. Nitrate inhibition of legume nodule growth and activity II Plant Physiol / J. G. Streeter. – 1985. – Vol. 77. – № 3. – P. 321-328.

225. Sweetingham, M. Coping with brown spot and root rots of lupins / M. Sweetingham // J. Agr. Austral. – 1990. – V. 31. – № 1. – P. 5.

226. Szukala, J. Effect of nitrogen fertilizer on yield of seeds of three lupine species considering sprinkling. / J. Szukala // Abstracts of the 5 intern. Lupin Conf. - Poznan. - Poland. – 1988. – A. 29.

227. Vessy, J. Can a limitation in phloem supply to nodules account for inhibitory effect of nitrate on nitrogenase activity in soybean I / J. Vessy, K. B. Walsh, D. B. Layzell // Physiol. Plant. – 1988. – Vol. 74. – № 1. – P. 137-146.

228. Wesotowski, M. Plonowanie tubinu zoftego uprawianego w zmianowaniu I monoculture / M. Wesotowski, A. Wozniak // Arm. UMCS.E. – 2000. – № 55. – S. 1-8.

229. Witczek, M., Swintal M. Wplyw nawozenia fosforowo-potasowego iterminow stewa na ploni nasion lubini zoltego na glebie lekkiej / M. Witczek, M. Swintal // Roln. Naw I wody prod, rosl na gleb. piack. – Warszawa, 1989. – S. 111.

230. Zarzycki, J., Konopska – Waliszekiewicz L. The influence of inoculation by Rhizobium lupini on the protein composition of yellavlupin (Lupinus luteus L.) roots / J. Zarzycki // Biol. Plantarum. – 1989. – 31 p.

231. <http://www.lupinus.ru>

232. <http://agrovista.agronational.ru>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Динамика высоты растений люпина белого в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста (2010 г.)

Вариант	Среднее на одно растение, см				
	стеб- лева- ние	ветв- ление	буто- низа- ция	цвете- ние	образо- вание бобов
1.Фон 0 - контроль	7,9	15,5	26,5	35,8	38,8
2.Фон 0 + инокуляция семян - фон 1	7,9	15,6	27,1	37,5	39,3
3.Фон 0 + Мо + Со + РРВ	8,6	15,7	27,2	37,8	39,7
4.Фон 1 + Мо + Со + РРВ	8,9	16,7	27,2	37,9	39,8
5.Фон 1 + K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	10,2	16,3	27,3	38,1	39,8
6.Фон 1 + P ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	14,6	18,6	27,9	40,2	45,0
7.Фон 1 +N ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	12,6	16,6	27,6	38,2	40,1
8.Фон 1+N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со+ РРВ	12,6	16,8	27,9	39,8	40,4
НСР ₀₅	1,83	0,09	0,07	0,16	0,14

Приложение 2

Динамика высоты растений люпина белого в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста (2011 г.)

Вариант	Среднее на одно растение, см				
	стеб- лева- ние	ветв- ление	бутони- зация	цвете- ние	обра- зо- вание бобов
1.Фон 0 - контроль	9,5	14,9	24,6	32,8	45,7
2.Фон 0 + инокуляция семян - фон 1	9,8	16,6	26,8	35,2	47,7
3.Фон + Мо + Со + РРВ	10,5	16,7	27,9	36,5	48,0
4.Фон 1 + Мо + Со + РРВ	11,3	17,1	28,2	37,9	49,5
5.Фон 1 + K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	11,6	17,3	29,0	38,3	52,6
6.Фон 1 + P ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	12,0	18,2	29,5	38,4	53,7
7.Фон 1 +N ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	12,6	19,5	29,9	39,0	54,3
8. Фон 1+N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со+ РРВ	14,1	20,6	31,5	40,5	55,0
НСР ₀₅	0,80	0,81	0,20	0,09	0,50

Приложение 3

Динамика высоты растений люпина белого в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста (2012 г.)

Вариант	Среднее на одно растение, см				
	стеблевание	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов
1. Фон 0 - контроль	15,7	24,3	35,3	48,2	62,2
2. Фон 0 + инокуляция семян – фон 1	18,4	25,4	37,6	51,3	66,0
3. Фон + Mo + Co + PPB	22,3	27,0	38,7	52,8	67,8
4. Фон 1 + Mo + Co + PPB	22,3	29,4	41,6	54,6	69,6
5. Фон 1 + K ₆₀ + Mo + Co + PPB	25,3	34,7	48,7	62,7	81,3
6. Фон 1 + P ₃₀ K ₆₀ + Mo + Co + PPB	26,2	35,7	49,6	63,4	81,9
7. Фон 1 + N ₃₀ K ₆₀ + Mo + Co + PPB	26,3	35,9	49,4	64,3	82,6
8. Фон 1 + N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀ + Mo + Co + PPB	26,8	36,8	49,9	64,9	83,8
НСР ₀₅	1,00	1,20	0,97	1,00	1,60

Приложение 4

Динамика накопления воздушно-сухой массы растений люпина белого в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста (2010 г.)

Вариант	Средняя масса одного растения в фазе, г				
	стеблевание	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов
1. Фон 0 - контроль	0,3	0,7	1,9	2,4	2,5
2. Фон 0 + инокуляция семян – фон 1	0,3	0,7	1,9	2,6	2,7
3. Фон + Mo + Co + PPB	0,4	0,7	2,0	2,8	2,9
4. Фон 1 + Mo + Co + PPB	0,4	0,9	2,0	2,8	3,0
5. Фон 1 + K ₆₀ + Mo + Co + PPB	0,4	0,9	2,1	3,2	3,2
6. Фон 1 + P ₃₀ K ₆₀ + Mo + Co + PPB	0,6	1,2	2,3	3,4	3,9
7. Фон 1 + N ₃₀ K ₆₀ + Mo + Co + PPB	0,5	1,3	2,1	3,2	3,8
8. Фон 1 + N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀ + Mo + Co + PPB	0,5	1,2	2,2	3,3	3,9
НСР ₀₅	0,21	0,33	0,55	0,88	0,49

Приложение 5

Динамика накопления воздушно-сухой массы растения люпина белого в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста (2011 г.)

Вариант	Средняя масса одного растения в фазе, г				
	стебле- вание	ветв- ление	буто- ни- зация	цвете- ние	образо- вание бобов
1. Фон 0 – контроль	0,4	0,9	2,0	2,7	2,9
2. Фон 0 + инокуляция семян- фон 1	0,5	1,0	2,3	2,8	3,0
3. Фон + Мо + Со + РРВ	0,5	1,0	2,4	3,0	3,3
4. Фон 1 + Мо + Со + РРВ	0,5	1,2	2,5	3,1	3,5
5. Фон 1 + K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	0,6	1,3	2,6	3,2	3,7
6. Фон 1 + P ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	0,6	1,4	2,7	3,4	3,9
7. Фон 1 +N ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	0,6	1,5	2,8	3,6	4,1
8. Фон 1+N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со+ РРВ	0,6	1,7	3,0	3,7	4,3
НСР ₀₅	0,19	0,21	0,31	0,38	0,36

Приложение 6

Динамика накопления воздушно-сухой массы растений люпина белого в зависимости от инокуляции семян, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста (2012 г.)

Вариант	Средняя масса одного растения в фазе, г				
	стеблевание	ветвление	бутони- зация	цвете- ние	образо- вание бобов
1. Фон 0 – контроль	1,8	3,2	4,8	17,4	20,6
2. Фон 0 +инокуляция семян – фон 1	2,0	3,5	5,2	18,6	21,9
3. Фон 0 +Мо + Со + РРВ	2,3	4,1	6,1	18,1	21,4
4. Фон 1 + Мо + Со + РРВ	2,4	4,3	6,5	19,2	23,6
5. Фон 1 + K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	2,5	4,9	7,5	20,6	25,2
6. Фон 1 + P ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	2,6	5,0	7,9	20,9	25,9
7. Фон 1 +N ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	2,6	5,3	8,1	22,8	27,8
8. Фон 1+N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	2,7	5,4	8,3	23,0	28,3
НСР ₀₅	0,33	0,32	0,35	0,91	0,78

Приложение 7

Динамика числа клубеньков на корнях растений люпина белого сорта Деснянский в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста, шт./раст. (2010г.)

Вариант	Фенологическая фаза					
	стеблевание		цветение		сизый боб	
	все-го	актив-ных	все-го	актив-ных	все-го	актив-ных
1.Фон 0 - контроль	1,5	1,5	2,5	2,5	3,5	1,5
2.Фон 0 + инокуляция семян - фон 1	2,5	2,5	4,5	4,5	4,5	3,0
3.Фон 0 + Мо + Со + РРВ	3,5	3,5	6,0	6,0	6,8	4,5
4.Фон 1 + Мо + Со + РРВ	5,5	5,5	7,3	7,3	7,5	5,3
5.Фон 1 + К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	6,8	6,8	8,0	8,0	10,3	7,0
6.Фон 1 + Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	8,6	8,6	9,4	9,4	12,2	9,5
7.Фон 1 + N ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	7,8	7,8	9,8	9,8	12,1	10,5
8.Фон 1 + N ₃₀ Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	9,3	9,3	9,0	9,0	12,0	10,0
НСР ₀₅	2,82	2,82	2,84	2,84	2,08	1,17

Приложение 8

Динамика числа клубеньков на корнях растений люпина белого сорта Деснянский в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста, шт./раст. (2011 г.)

Вариант	Фенологическая фаза					
	стеблевание		цветение		сизый боб	
	всего	актив-ных	всего	актив-ных	всего	актив-ных
1.Фон 0 – контроль	1,5	1,5	4,8	4,8	5,3	3,2
2.Фон 0 + инокуляция семян – фон 1	3,8	3,8	6,8	6,8	6,3	4,3
3.Фон + Мо + Со + РРВ	4,8	4,8	8,0	8,0	6,8	3,8
4.Фон 1 + Мо + Со + РРВ	5,8	5,8	10,5	10,5	10,8	6,3
5.Фон 1 + К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	7,3	7,3	12,5	12,5	14,5	12,3
6.Фон 1 + Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	8,3	8,3	15,0	15,0	15,8	14,5
7.Фон 1 + N ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	10,0	10,0	15,8	15,8	16,5	15,5
8.Фон 1 + N ₃₀ Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	12,0	12,0	17,0	17,0	17,8	16,5
НСР ₀₅	0,84	0,84	1,59	1,59	1,53	1,60

Приложение 9

Динамика числа клубеньков на корнях растений люпина белого сорта Деснянский в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста, шт./раст. (2012 г.)

Вариант	Фенологическая фаза					
	стеблевание		цветение		образование бобов	
	все-го	актив-ных	все-го	актив-ных	все-го	актив-ных
1.Фон 0 – контроль	5,7	5,7	7,3	7,3	8,6	6,1
2.Фон 0+инокуляция семян – фон 1	9,3	9,3	10,4	10,4	11,9	9,0
3.Фон + Мо + Со + РРВ	10,4	10,4	11,0	11,0	12,5	9,7
4.Фон 1 + Мо + Со + РРВ	13,8	13,8	14,6	14,6	16,2	12,3
5.Фон 1 + К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	14,7	14,7	16,8	16,8	18,9	15,1
6.Фон 1 + Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со +РРВ	15,9	15,9	18,0	18,0	19,6	15,8
7.Фон 1 +N ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со +РРВ	16,2	16,2	19,6	19,6	19,9	15,0
8.Фон 1+N ₃₀ Р ₃₀ К ₆₀ +Мо +Со+РРВ	16,0	16,0	20,2	20,2	21,0	15,2
НСР ₀₅	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60	0,50

Приложение 10

Динамика массы клубеньков на корнях растений люпина белого в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста, мг./раст. (2010 г.)

Вариант	Фенологическая фаза			
	стеблевание	цветение	сизый боб	
	всего	всего	всего	актив-ных
1.Фон 0 – контроль	7,2	28,4	27,7	11,8
2.Фон 0+инокуляция семян – фон 1	9,8	33,9	35,3	23,5
3.Фон + Мо + Со + РРВ	17,6	35,2	36,5	24,2
4.Фон 1 + Мо + Со + РРВ	18,8	41,3	42,6	30,1
5.Фон 1 + К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	28,0	48,7	46,6	31,7
6.Фон 1 + Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	38,2	61,9	52,4	39,5
7.Фон 1 +N ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	32,0	54,3	65,9	57,0
8.Фон 1+N ₃₀ Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	34,4	58,9	55,2	46,0
НСР ₀₅	1,60	2,35	2,66	2,43

Приложение 11

Динамика массы клубеньков на корнях растений люпина белого в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста, мг./раст. (2011 г.)

Вариант	Фенологическая фаза			
	стебле- вание	цветение	сизый боб	
	всего	всего	всего	актив- ных
1.Фон 0 – контроль	14,3	56,8	55,3	33,4
2.Фон 0 + инокуляция семян – фон 1	19,5	67,9	70,5	48,1
3.Фон 0 + Мо + Со + РРВ	35,1	70,0	73,0	40,8
4.Фон 1 + Мо + Со + РРВ	37,5	82,6	85,1	49,6
5.Фон 1 + К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	55,9	93,7	93,1	78,9
6.Фон 1 + Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	61,4	108,5	116,0	106,5
7.Фон 1 +N ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	68,8	117,9	110,3	103,6
8.Фон 1+N ₃₀ Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	78,5	123,7	120,0	112,4
НСР ₀₅	1,46	1,41	1,89	1,56

Приложение 12

Динамика массы клубеньков на корнях растений люпина белого в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста, мг./раст. (2012 г.)

Вариант	Фенологические фазы			
	стеблева- ние	цветение	образование бобов	
	всего	всего	всего	актив- ных
1.Фон 0 - контроль	24,6	51,0	69,4	60,8
2.Фон 0 + инокуляция семян – фон 1	34,6	52,4	110,0	93,4
3.Фон 0 + Мо + Со + РРВ	28,9	52,6	126,8	104,0
4.Фон 1 + Мо + Со + РРВ	38,9	60,8	132,7	120,4
5.Фон 1 + К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	48,9	160,4	179,7	162,3
6.Фон 1 + Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	62,3	190,4	184,6	172,9
7.Фон 1 +N ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	62,3	190,9	178,6	168,9
8.Фон 1+N ₃₀ Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	64,2	192,6	184,6	170,6
НСР ₀₅	1,11	1,40	5,10	3,10

Динамика площади листьев в посевах люпина белого в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста, тыс.м²/га(2010 г.)

Вариант	Фаза развития				
	стебле- вание	ветв- ление	бутони- зация	цвете- ние	образо- вание бобов
1.Фон 0 - контроль	2,0	3,5	5,5	10,1	12,2
2.Фон 0 + инокуляция семян – фон 1	2,1	5,0	6,8	15,8	18,6
3.Фон 0 +Мо + Со + РРВ	2,3	5,3	7,9	16,2	19,4
4.Фон 1 + Мо + Со + РРВ	3,1	7,2	9,1	17,4	20,8
5.Фон 1 + К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	3,6	7,6	10,7	20,0	23,4
6.Фон 1 + Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	4,0	8,0	13,0	22,0	24,0
7.Фон 1 +N ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	4,2	9,5	15,4	23,4	25,8
8.Фон 1 + N ₃₀ Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	4,6	9,9	15,6	23,7	26,6

Динамика площади листьев в посевах люпина белого в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста, тыс. м²/га (2011 г.)

Вариант	Фаза развития				
	стеб- лева- ние	ветв- ление	бутони- зация	цвете- ние	образо- вание бобов
1.Фон 0 – контроль	2,1	3,6	5,6	11,0	13,2
2.Фон 0 + инокуляция семян – фон 1	2,3	5,0	7,2	16,8	19,6
3.Фон 0 + Мо + Со + РРВ	2,4	5,4	8,9	17,2	22,4
4.Фон 1 + Мо + Со + РРВ	4,0	8,2	9,8	18,4	25,8
5.Фон 1 + К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	4,2	8,7	12,7	21,0	27,4
6.Фон 1 + Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	4,8	9,0	13,0	23,0	28,0
7.Фон 1 + N ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	5,0	9,6	16,4	24,4	29,8
8.Фон 1+ N ₃₀ Р ₃₀ К ₆₀ + Мо+Со+РРВ	5,2	10,1	18,6	25,7	30,6

Динамика площади листьев в посевах люпина белого в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста, тыс.м²/га(2012 г.)

Вариант	Фазы развития				
	стеблевание	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов
1.Фон 0 – контроль	2,3	3,8	5,7	11,1	14,2
2.Фон 0 + инокуляция семян – фон 1	2,5	5,1	9,0	10,8	23,6
3.Фон 0 + Мо + Со + РРВ	2,5	5,7	8,3	13,2	26,4
4.Фон 1 + Мо + Со + РРВ	4,2	8,4	9,2	19,4	27,8
5.Фон 1 + К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	3,6	8,6	15,7	26,0	29,4
6.Фон 1 + Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	4,7	9,7	16,0	29,0	32,0
7.Фон 1 +N ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	4,9	9,8	18,4	29,4	32,8
8.Фон 1+N ₃₀ Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	5,2	10,0	19,6	29,7	34,6

Фотосинтетический потенциал посевов люпина белого в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста, тыс.м²×сутки/га (2010-2012 гг.).

Вариант	Годы			В среднем за 2010-2012 гг.
	2010	2011	2012	
1.Фон 0 – контроль	199,6	365,3	275,6	280,2
2.Фон 0 +инокуляция семян–фон 1	250,0	537,9	358,9	382,3
3.Фон 0 + Мо + Со + РРВ	320,8	589,9	396,7	435,8
4.Фон 1 + Мо + Со + РРВ	375,9	679,7	507,4	521,0
5.Фон 1 + К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	425,0	756,7	631,6	604,4
6.Фон 1 + Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	472,5	788,9	693,5	651,6
7.Фон 1 +N ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	532,1	851,3	722,8	702,1
8.Фон 1+N ₃₀ Р ₃₀ К ₆₀ +Мо + Со + РРВ	546,2	893,7	748,0	729,3

Урожайность и структура продуктивности растений люпина белого сорта Деснянский в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста (2010 г.)

Вариант	Урожайность, т/га	Число бобов на 1 растение, шт.	Число семян на 1 растение, шт.	Масса семян, г/раст.	Число семян в 1 бобе, шт.	Масса 1000 се- мян, шт.
1. Фон 0 – контроль	1,10	3,1	9,9	2,3	3,2	233
2. Фон 0 + инокуляция семян – фон 1	1,23	4,0	12,4	3,0	3,1	241
3. Фон 0 + Мо + Со + РРВ	1,32	5,3	14,2	3,5	2,7	247
4. Фон 1 + Мо + Со + РРВ	1,47	5,7	16,6	4,2	2,9	253
5. Фон 1 + K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	1,52	6,3	19,1	5,0	3,0	262
6. Фон 1 + P ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	1,77	6,8	20,9	5,8	3,1	278
7. Фон 1 + N ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	1,54	7,4	21,1	5,9	2,8	280
8. Фон 1 + N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	1,70	7,8	22,3	6,3	2,9	282

Урожайность и структура продуктивности растений люпина белого сорта Деснянский в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста (2011 г.)

Вариант	Урожайность, т/га	Число бобов на 1 растение, шт.	Число семян на 1 растение, шт.	Масса семян, г/раст.	Число семян в 1 бобе, шт.	Масса 1000 семян, г.
1. Фон 0 - контроль	1,39	4,2	11,5	2,8	2,7	243
2. Фон 0 + инокуляция семян – фон 1	1,64	5,0	14,0	3,5	2,8	249
3. Фон 0 + Мо + Со + РРВ	1,72	6,3	14,4	3,7	2,3	257
4. Фон 1 + Мо + Со + РРВ	1,83	6,5	18,6	4,9	2,9	263
5. Фон 1 + K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	2,08	7,3	19,3	5,4	2,6	280
6. Фон 1 + P ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	2,55	9,4	41,8	11,8	4,4	282
7. Фон 1 + N ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	2,80	10,3	42,0	12,0	4,1	286
8. Фон 1 + N ₃₀ P ₃₀ K ₆₀ + Мо + Со + РРВ	3,08	11,2	41,6	12,4	3,7	298

Урожайность и структура продуктивности растений люпина белого сорта Деснянский в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста (2012 г.)

Вариант	Урожайность, т/га	Число бобов на 1 растение, шт.	Число семян на 1 растение, шт.	Масса семян, г/раст.	Число семян в 1 бобе, шт.	Масса 1000 семян, г.
1.Фон 0 – контроль	1,75	7,3	32,5	7,8	4,4	240
2.Фон 0 + инокуляция семян - фон 1	1,98	8,7	31,5	8,0	3,6	254
3.Фон 0 + Мо + Со + РРВ	1,99	8,9	32,2	8,4	3,6	261
4.Фон 1 + Мо + Со + РРВ	2,12	8,7	36,7	9,7	4,2	264
5.Фон 1 + К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	2,45	9,2	37,9	10,8	4,1	285
6.Фон 1 + Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со +РРВ	2,36	8,4	35,2	9,9	4,2	281
7.Фон 1 + N ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	2,67	9,2	38,5	11,0	4,2	286
8.Фон 1 + N ₃₀ Р ₃₀ К ₆₀ + Мо+ Со + РРВ	2,75	9,0	37,9	11,6	4,2	306

Содержание белка, жира, каротина и алкалоидов в семенах люпина белого в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста (2010 г.)

Вариант	Белок, %	Жир, %	Каротин, мг/100 г	Алкалоиды, %
1.Фон 0 – контроль	32,0	6,3	4,2	0,098
2.Фон 0+инокуляция семян – фон 1	32,2	6,5	4,6	0,099
3.Фон 0 + Мо + Со + РРВ	33,4	6,7	4,6	0,100
4.Фон 1 + Мо + Со + РРВ	33,6	7,0	4,8	0,105
5.Фон 1 + К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	34,5	7,2	5,0	0,109
6.Фон 1 + Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	35,6	7,3	5,2	0,112
7.Фон 1 +N ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	35,8	7,4	5,4	0,115
8.Фон 1+N ₃₀ Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	36,5	7,4	5,6	0,126

Содержание белка, жира, каротина и алкалоидов в семенах люпина белого в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста (2011г.)

Вариант	Белок, %	Жир, %	Каро- тин, мг/100 г	Алкалоиды, %
1.Фон 0 – контроль	31,8	7,7	4,2	0,080
2.Фон 0 + инокуляция семян - фон 1	32,2	7,8	4,3	0,080
3.Фон 0 +Мо + Со + РРВ	33,7	7,9	4,5	0,085
4.Фон 1 + Мо + Со + РРВ	33,7	7,9	4,5	0,096
5.Фон 1 + К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	34,0	8,1	4,8	0,084
6.Фон 1 + Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	34,1	8,2	5,5	0,086
7.Фон 1 +N ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	34,2	8,2	5,4	0,090
8.Фон 1+N ₃₀ Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	34,5	8,5	5,6	0,091

Содержание белка, жира, каротина и алкалоидов в семенах люпина белого в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста (2012 г.)

Вариант	Белок, %	Жир, %	Каротин, мг/100 г	Алкалоиды, %
1.Фон 0 – контроль	29,2	7,1	4,6	0,102
2.Фон 0+инокуляция семян – фон 1	30,7	7,2	4,9	0,106
3.Фон 0 + Мо + Со + РРВ	30,8	7,3	4,8	0,107
4.Фон 1 + Мо + Со + РРВ	32,1	7,3	4,8	0,109
5.Фон 1 + К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	32,3	7,3	4,8	0,126
6.Фон 1 + Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	33,0	7,4	5,4	0,132
7.Фон 1 +N ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	33,8	7,5	5,3	0,148
8.Фон 1+N ₃₀ Р ₃₀ К ₆₀ + Мо + Со + РРВ	34,3	7,9	5,8	0,156

Сбор кормовых единиц, белка и жира в урожае зерна люпина белого в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста (2010 г.)

Вариант	Урожай- ность, т/га	Сбор		
		кормовых единиц, тыс./га	сырого белка, кг/га	сырого жира, кг/га
1.Фон 0 – контроль	1,10	1,21	350	70
2.Фон 0 + инокуляция семян - фон 1	1,23	1,35	400	80
3.Фон 0 +Мо+Со+РРВ	1,32	1,45	440	90
4.Фон 1+ Мо +Со+РРВ	1,47	1,62	490	100
5.Фон 1+К ₆₀ + Мо +Со + РРВ	1,52	1,67	520	110
6.Фон 1+Р ₃₀ К ₆₀ + Мо +Со + РРВ	1,77	1,95	630	130
7. Фон 1 + N ₃₀ К ₆₀ + Мо +Со + РРВ	1,54	1,69	550	110
8. Фон 1+N ₃₀ Р ₃₀ К ₆₀ + Мо +Со + РРВ	1,70	1,87	620	130

Сбор кормовых единиц, белка и жира в урожае зерна люпина белого в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста (2011 г.)

Вариант	Урожай-ность, т/га	Сбор		
		кормовых единиц, тыс./га	сырого белка, кг/га	сырого жира, кг/га
1.Фон 0 – контроль	1,39	1,53	440	110
2.Фон 0 + инокуляция семян - фон 1	1,64	1,80	530	130
3.Фон 0 + Мо + Со + РРВ	1,72	1,89	580	140
4.Фон 1+ Мо +Со+РРВ	1,83	2,01	620	140
5.Фон 1+К ₆₀ + Мо +Со + РРВ	2,08	2,29	710	170
6.Фон 1+Р ₃₀ К ₆₀ + Мо +Со + РРВ	2,55	2,81	870	210
7.Фон 1 + N ₃₀ К ₆₀ + Мо +Со + РРВ	2,80	3,08	960	230
8.Фон 1+N ₃₀ Р ₃₀ К ₆₀ + Мо +Со + РРВ	3,08	3,39	1060	260

Сбор кормовых единиц, белка и жира в урожае зерна люпина белого в зависимости от ризоторфина, микроэлементов, минеральных удобрений и регулятора роста (2012 г.)

Вариант	Урожай-ность, т/га	Сбор кормовых единиц, тыс./га	Выход, т/га	
			сырого белка,	сырого жира
1.Фон 0 – контроль	1,75	1,93	0,51	0,12
2.Фон 0+инокуляция семян – фон 1	1,98	2,18	0,61	0,14
3.Фон 0 + Мо + Со + РРВ	1,99	2,19	0,61	0,15
4.Фон 1+ Мо +Со+РРВ	2,12	2,33	0,68	0,15
5.Фон 1+К ₆₀ + Мо +Со + РРВ	2,45	2,70	0,79	0,18
6.Фон 1+Р ₃₀ К ₆₀ + Мо +Со + РРВ	2,36	2,60	0,78	0,17
7.Фон 1 + N ₃₀ К ₆₀ + Мо +Со + РРВ	2,67	2,94	0,90	0,20
8.Фон 1+N ₃₀ Р ₃₀ К ₆₀ + Мо +Со + РРВ	2,75	3,03	0,94	0,22

Продолжительность периодов «всходы – созревание» и «посев – созревание» сортов и сортообразцов люпина узколистного и белого, суток (2011 г.)

Сорт, сортообразец узколистного люпина	Всходы-созревание	Посев – созревание	Сорт, сортообразец белого люпина	Всходы-созревание	Посев – созревание
Кристалл, St	97	105	Дега, St	108	117
Смена	99	107	СН 816-09	108	117
Радужный	97	105	СН 990-09	108	117
Витязь	94	101	АИФ 5049	109	118
ФЛУ 65-08	100	108	СН 156-07	111	120
СН 106-08	100	108	СН 206-07	111	120
СН 107-08	97	105	СН 1014-09	117	126
СН 73-09	100	108	Деснянский (Р-2010)	118	127
Рад 87-05	101	109	СН 67-08	112	121
СН 78-07	101	109	СН 1022-09	112	121
Белозерный 110 × Ащадный	103	111	СН 61-08	114	123
Брянский 67-10	103	111	СН 74-08	114	123
Брянский 69-10	103	111	СН 72-08	113	122
СН 59-05	104	112	СН 4-08	113	122
Высокорослый 140-10	104	112	СН 1015-09	114	123
Высокорослый 187-10	105	113	СН 1019-09	114	123
Тамир х Белозерный 121, в/р	105	113	СН 61-06	118	127
Вектор	94	102	СН 220-07	118	127
Сидераты			СН 935-09	113	122
Сидерат 38, St	92	100	СН 1031 - 09	120	129
Брянский сидерат	93	101			
Добрыня 320 × д118/94	92	100			

Продолжительность периодов «всходы – созревание» и «посев – созревание» сортов и сортообразцов люпина узколистного и белого, суток (2012 г.)

Сорт, сортообразец узколистного люпина	Всходы-созревание	Посев – созревание	Сорт, сортообразец белого люпина	Всходы-созревание	Посев – созревание
Кристалл, St	55	85	Дера, St	68	98
Смена	55	85	СН 816-09	68	98
Радужный	61	91	СН 990-09	68	98
Витязь	55	85	АИФ 5049	71	101
ФЛУ 65-08	59	89	СН 156-07	71	101
СН 106-08	62	92	СН 206-07	71	101
СН 107-08	56	86	СН 1014-09	73	103
СН 73-09	64	94	Деснянский (Р-2010)	73	103
Рад 87-05	60	90	СН 67-08	74	104
СН 78-07	62	92	СН 1022-09	75	105
Белозерный 110 х Ащадный	55	85	СН 61-08	76	106
Брянский 67-10	57	87	СН 74-08	77	107
Брянский 69-10	66	96	СН 72-08	79	109
СН 59-05	60	90	СН 4-08	81	111
Высокорослый 140-10	62	92	СН 1015-09	92	122
Высокорослый 187-10	63	93	СН 1019-09	90	120
Тамир х Белозерный 121, в/р	63	93	СН 61-06	93	123
Вектор	64	94	СН 220-07	94	124
Сидераты			СН 935-09	95	125
Сидерат 38, St	51	81	СН 1031 - 09	93	123
Брянский сидерат	52	82			
Добрыня 320 х д118/94	50	80			

Прирост высоты растений сортов и сортообразцов люпина узколистного в межфазные периоды (2011-2012 гг.)

Сорт, сортообразец	Исходная высота в фа- зе нараста- ния листьев	Прирост высоты растений в межфазные периоды, см			
		стеблева- ние - ветвление	ветвле- ние- бутони- зация	бутони- зация- цвете- ние	цветение- образо- вание бо- бов
Кристалл, St	13,2	8,7	13,2	9,5	6,3
Смена	16,0	12,6	13,3	12,8	6,9
Радужный	18,6	8,1	14,6	8,4	6,9
Витязь	14,4	12,7	13,2	5,2	7,0
ФЛУ 65-08	19,8	11,5	15,3	8,5	2,7
СН 106-08	13,5	11,4	13,9	9,9	8,4
СН 107-08	13,8	11,7	10,6	13,8	7,0
СН 73-09	14,1	13,4	14,3	8,5	7,0
Рад 87-05	13,9	14,6	13,4	4,4	6,6
СН 78-07	15,8	16,2	14,2	11,5	10,4
Белозерный 110 × Ащадный	14,1	10,3	13,9	11,7	10,8
Брянский 67-10	13,6	11,9	14,6	4,2	8,5
Брянский 69-10	13,2	14,6	13,0	4,5	8,1
СН 59-05	16,9	12,0	12,9	7,3	13,5
Высокорослый 140-10	14,9	12,4	9,6	10,2	12,8
Высокорослый 187-10	14,9	17,0	12,2	7,6	7,6
Тамир × Бело- зерный 121, в/р	17,6	17,0	10,2	10,8	9,3
Вектор	13,7	12,2	8,4	7,6	16,2
Сидерат 38, стандарт	16,3	18,1	14,0	6,3	11,1
Брянский сиде- рат	17,4	15,8	16,0	6,8	8,8
Добрыня 320 × д118/94	18,4	15,9	11,2	8,7	8,9

Прирост высоты растений сортов и сортообразцов люпина белого
в межфазные периоды (2011-2012 гг.)

Сорт, сортообразец	Исходная высота растений в фазу на- растания листьев	Прирост высоты растений в межфазные периоды, см			
		стеблева- ние - ветвление	ветвле- ние- бутони- зация	бутони- зация- цвете- ние	цветение - образо- вание бо- бов
Дег, St	11,8	11,7	16,4	14,7	12,1
СН 816-09	13,2	10,3	21,4	13,7	10,3
СН 990-09	10,7	10,2	17,8	13,4	8,8
АИФ 5049	13,1	10,8	13,2	24,1	8,3
СН 156-07	12,7	7,7	14,4	14,4	7,6
СН 206-07	12,9	9,0	19,6	11,7	12,1
СН 1014-09	12,1	5,8	16	18,6	8,6
Деснянский (Р- 2010)	14,9	10,9	21,5	16,3	8,6
СН 67-08	13,9	10,2	15	18,2	11,6
СН 1022-09	13,5	10,8	9,6	18,2	11,3
СН 61-08	13,3	10,0	8,6	12,4	14,5
СН 74-08	11,7	5,5	21,3	9,2	12,2
СН 72-08	11,9	10,9	15,2	19,7	7,7
СН 4-08	12,2	7,8	15,2	19,6	9,3
СН 1015-09	10,0	7,6	21	21,4	15,6
СН 1019-09	12,6	5,5	21,5	16,1	10,2
СН 61-06	10,7	5,9	14,8	21,9	13,1
СН 220-07	10,4	8,2	16,3	17,7	18
СН 935-09	11,0	6,4	16,5	24,4	11,1
СН 1031-09	10,6	7,3	17,2	24,8	15,8

Средний прирост воздушно-сухой массы растений сортов и сортообразцов люпина узколистного в разные межфазные периоды, г/раст. (2011 – 2012 гг.)

Сорт, сортообразец	Исходная масса рас- тений в фа- зе нараста- ния листьев	Прирост массы в межфазные периоды			
		стеблева- ние - ветвление	ветвле- ние- бутони- зация	бутони- зация- цвете- ние	цветение- образо- вание бо- бов
Кристалл, St	1,2	1,1	3,0	12,6	8,8
Смена	1,6	0,9	3,3	13,1	8,9
Радужный	1,7	1,0	2,9	13,6	8,3
Витязь	0,9	0,8	3,6	14,4	7,8
ФЛУ 65-08	1,6	1,2	3,0	13,4	9
СН 106-08	0,8	0,8	2,5	13,1	8,3
СН 107-08	1,3	0,9	3,3	13,3	7,9
СН 73-09	1,1	0,9	3,0	14,7	6,1
Рад 87-05	0,6	1,2	3,0	12,5	5,6
СН 78-07	1,8	0,8	3,0	12,3	10,3
Белозерный 110 х Ащадный	1,1	1,0	2,6	13,9	7,4
Брянский 67-10	1,1	1,1	2,1	12,3	10
Брянский 69-10	1,1	1,0	2,4	13,3	11,4
СН59-05	1,9	0,7	2,6	14,4	9
Высокорослый 140-10	0,8	0,2	2,9	13,9	9,1
Высокорослый 187-10	0,9	1,0	2,3	13,4	9,5
Тамир х Белозер- ный 121, в/р	1,8	0,9	2,7	14,3	6,6
Вектор	0,9	0,8	2,4	14,7	6,5
Сидерат 38, St	1,1	0,7	3,1	13	8,5
Брянский сидерат	1,8	1,0	3,4	13,2	8,5
Добрыня 320 х д118/94	1,6	1,4	3,7	15,2	7,1

Прирост воздушно-сухой массы растений сортов и сортообразцов
люпина белого в разные межфазные периоды, г/раст. (2011 - 2012 гг.)

Сорт, сортообразец	Исходная масса расте- ний в фазе нарастания листьев	Прирост массы растений в межфазные периоды			
		стеблева- ние - ветвление	ветвление- бутониза- ция	бутони- зация- цветение	цветение- образова- ние бобов
Дега, St	2,3	3,6	2,6	12,6	7,9
СН 816-09	2,5	3,2	2,1	14,3	8,8
СН 990-09	1,8	1,0	4,2	10,9	5,5
АИФ 5049	2,5	2,2	3,1	11,1	9,3
СН 156-07	1,7	2,8	3,1	13,1	8,0
СН 206-07	2,2	2,9	3,4	14,3	6,2
СН 1014-09	1,3	3,2	3,3	12,3	7,3
Деснянский (Р-2010)	2,6	2,5	3,5	12,5	10,1
СН 67-08	2,5	2,6	3,4	12,8	9,9
СН 1022-09	2,0	2,4	3,8	8,7	11,4
СН 61-08	1,9	0,8	4,6	6,0	11,5
СН 74-08	1,2	1,7	4,9	6,9	12,5
СН 72-08	1,6	1,8	4,1	8,0	12,4
СН 4-08	1,8	1,3	4,0	8,2	11
СН 1015-09	1,6	2,3	3,9	7,9	13,5
СН 1019-09	2,0	2,1	3,9	9,3	12,4
СН 61-06	1,4	1,6	4,6	10,9	10,2
СН 220-07	1,5	2,3	4,0	11,9	8,6
СН 935-09	1,5	2,1	4,4	9,1	10,2
СН 1031-09	1,6	2,7	3,0	11,3	7,1

Динамика площади листьев растений сортов и сортообразцов люпина узколистного, тыс. м²/га (2011 г.)

Сорт, сортообразец	Фенологическая фаза развития растений				
	стебле- вание	ветвле- ние	бутони- зация	цвете- ние	образова- ние бобов
Кристалл, St	1,4	3,0	6,1	13,6	15,8
Смена	1,8	3,3	7,3	15,4	16,7
Радужный	1,7	3,2	7,2	15,0	16,9
Витязь	1,7	3,1	7,5	14,2	17,0
ФЛУ65-08	2,0	3,5	7,4	15,6	17,4
СН106-08	1,5	3,0	7,0	12,8	16,0
СН107-08	1,6	3,5	7,2	13,4	16,9
СН73-09	1,3	3,1	6,2	13,0	14,9
Рад87-05	1,4	3,2	6,2	12,4	15,0
СН78-07	2,2	3,7	7,0	15,9	18,9
Белозерный 110 × Ащадный	1,1	3,3	6,9	13,5	17,2
Брянский67-10	1,5	3,4	6,2	13,6	17,0
Брянский 69-10	1,5	3,3	6,6	14,0	14,8
СН59-05	1,9	3,4	7,5	15,6	18,4
Высокорослый 140-10	1,2	3,2	5,9	13,7	14,9
Высокорослый 187-10	1,0	3,0	6,8	12,4	16,4
Тамир × Белозерный 121, в/р	2,1	3,6	6,0	15,7	18,0
Вектор	1,1	2,8	5,9	12,0	15,7
Сидерат 38, St	2,4	3,7	8,2	15,2	18,9
Брянский сидерат	2,5	3,9	8,4	15,8	19,0
Добрыня 320 × д118/94	2,6	4,8	8,9	16,0	19,4

Динамика площади листьев растений сортов и сортообразцов люпина узколистного, тыс. м²/га (2012 г.)

Сорт, сортообразец	Фенологическая фаза развития				
	стебле- вание	ветвление	бутони- зация	цветение	образо- вание бобов
Кристалл, St	1,0	2,4	5,6	11,8	15,0
Смена	1,4	2,6	5,9	12,4	15,3
Радужный	1,3	3,1	7,0	14,2	16,5
Витязь	1,5	3,0	7,8	14,6	17,4
ФЛУ 65-08	1,6	2,9	7,2	14,3	16,5
СН 106-08	1,5	3,2	7,6	13,8	15,4
СН 107-08	1,4	3,4	7,0	11,6	16,4
СН 73-09	1,3	3,4	6,0	10,8	14,2
Рад 87-05	1,1	3,5	6,0	10,3	14,8
СН 78-07	2,0	3,5	6,9	13,6	15,4
Белозерный 110 × Ащадный	1,8	3,2	6,8	11,7	16,5
Брянский 67-10	1,5	3,2	5,8	12,3	16,3
Брянский 69-10	1,4	3,4	6,0	12,4	14,6
СН 59-05	1,6	3,1	6,8	13,2	18,2
Высокорослый 140-10	1,3	3,1	5,7	12,4	14,4
Высокорослый 187-10	1,9	3,2	6,5	12,8	15,7
Тамир × Бело- зерный 121, в/р	2,2	3,6	5,4	14,2	18,2
Вектор	1,8	2,5	5,8	10,8	14,8
Сидерат 38, St	2,3	4,6	8,7	16,4	18,9
Брянский сиде- рат	2,2	3,7	8,2	16,0	18,7
Добрыня 320 × д118/94	2,0	3,5	8,0	14,6	18,4

Динамика площади листьев растений сортов и сортообразцов люпина белого,
тыс. м²/га (2011 г.)

Сорт, сортообразец	Фенологическая фаза развития				
	стеблевание	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов
Дега, St	2,6	4,9	14,8	20,6	28,9
СН 816-09	2,9	6,7	15,3	23,4	30,4
СН 990-09	2,4	5,0	11,4	19,8	26,4
АИФ 5049	2,8	6,4	14,2	23,8	30,4
СН 156-07	2,5	5,4	14,0	18,9	28,3
СН 206-07	2,4	6,2	11,8	21,2	28,0
СН 1014-09	1,8	4,4	10,9	19,3	26,7
Деснянский (Р-2010)	3,0	6,9	16,4	24,2	32,7
СН 67-08	2,8	6,2	14,6	21,6	31,6
СН 1022-09	2,7	6,9	12,8	24,0	31,4
СН 61-08	2,9	6,7	10,6	22,0	29,8
СН 74-08	2,6	6,9	11,4	23,4	30,0
СН 72-08	2,0	5,7	12,0	21,6	27,4
СН 4-08	2,5	6,0	13,4	20,4	29,6
СН 1015-09	1,9	5,3	11,3	19,8	26,2
СН 1019-09	1,9	4,9	12,0	18,4	24,9
СН 61-06	2,0	5,0	11,6	18,4	24,8
СН 220-07	1,6	4,6	12,0	15,7	25,7
СН 935-09	1,7	4,7	11,6	15,4	26,9
СН 1031-09	1,8	4,5	11,0	16,9	24,8

Динамика площади листьев растений сортов и сортообразцов люпина белого, тыс. м²/га (2012 г.)

Сорт, сортообразец	Фенологическая фаза развития				
	стебле- вание	ветвле- ние	бутони- зация	цветение	образование бобов
Дега, St	1,4	3,6	7,2	15,0	25,6
СН 816-09	2,1	5,0	10,9	21,4	27,6
СН 990-09	2,0	4,2	8,4	18,4	24,2
АИФ 5049	2,4	6,5	10,6	22,4	28,0
СН 156-07	1,2	3,2	6,6	12,3	25,6
СН 206-07	2,4	3,0	7,4	16,2	27,4
СН 1014-09	1,6	3,2	9,8	18,1	25,8
Деснянский (Р-2010)	2,0	5,2	10,0	15,6	26,4
СН 67-08	2,4	5,0	10,4	16,4	25,4
СН 1022-09	2,8	7,7	14,0	23,2	30,0
СН 61-08	2,6	6,5	12,8	21,4	29,4
СН 74-08	2,5	6,7	12,4	22,3	29,8
СН 72-08	1,7	4,1	7,6	19,2	25,1
СН 4-08	1,4	4,0	8,2	18,5	26,2
СН 1015-09	1,7	4,5	9,8	18,4	24,2
СН 1019-09	1,6	3,8	10,2	17,2	20,6
СН 61-06	1,8	4,2	8,7	16,5	23,5
СН 220-07	1,4	3,7	7,9	14,8	24,2
СН 935-09	1,5	3,6	10,9	14,1	25,8
СН 1031-09	1,5	3,8	11,2	15,2	23,2

Урожайность и элементы структуры продуктивности растений сортов и сортообразцов люпина узколистного (2011г.)

Сорт, сортообразец	Урожай- ность, т/га	В среднем на 1 растение			Число семян в бобе, шт.	Масса 1000 семян, г
		Число бобов, шт.	Число семян, шт.	Масса семян, г/раст		
Кристалл, St	2,08	5,3	30,6	3,8	5,7	124
Смена	2,45	8,4	36,8	5,0	4,4	136
Радужный	2,42	8,0	36,8	5,3	4,6	144
Витязь	2,40	7,6	36,2	5,4	4,8	149
ФЛУ 65-08	2,67	10,0	37,0	5,4	3,7	146
СН 106-08	1,82	7,3	28,6	4,0	3,9	140
СН 107-08	2,40	7,4	40,6	5,8	5,5	143
СН 73-09	2,02	6,4	31,7	4,0	5,0	126
Рад 87-05	1,85	4,2	28,4	3,8	6,8	134
СН 78-07	2,73	12,2	35,2	5,0	2,9	142
Белозерный 110 × Ащадный	1,74	4,0	24,0	3,5	6,0	146
Брянский 67-10	2,11	5,4	35,2	5,0	6,5	142
Брянский 69-10	2,34	6,2	31,7	4,0	5,1	126
СН 59-05	2,53	9,8	38,4	5,6	3,9	146
Высокорослый 140-10	1,90	4,8	29,0	4,0	6,0	138
Высокорослый 187-10	2,26	8,7	36,8	5,0	4,2	136
Тамир × Белозер- ный 121, в/р	2,69	11,2	42,8	6,0	3,8	140
Вектор	1,42	6,2	36,1	5,2	5,8	144
Сидерат 38, St	2,47	8,0	32,9	5,0	4,1	152
Брянский сидерат	2,71	11,4	38,6	6,4	3,4	167
Добрыня 320 × д118/94	3,08	13,8	50,6	8,2	3,7	162

Элементы структуры урожая растений сортов и сортообразцов
люпина узколистного (2012 г.)

Сорт, сортообразец	Урожай- ность, т/га	В среднем на 1 растение			Число семян в бобе, шт.	Масса 1000 семян, г
		Число бобов, шт.	Число семян, шт.	Масса семян, г/раст		
Кристалл, стан- дарт	1,32	6,2	34,7	4,2	5,6	121
Смена	1,54	4,0	23,9	3,4	6,0	142
Радужный	2,06	8,3	37,9	5,0	4,6	132
Витязь	2,32	7,4	28,4	3,8	3,8	134
ФЛУ 65-08	2,30	8,0	30,0	4,2	3,8	140
СН 106-08	2,24	9,4	36,8	5,6	3,9	152
СН 107-08	2,19	7,2	32,6	4,8	4,5	147
СН 73-09	1,87	4,6	29,8	3,9	6,5	131
Рад 87-05	1,80	4,0	27,1	3,5	6,8	129
СН 78-07	2,20	9,2	34,9	5,2	3,8	149
Белозерный 110 × Ащадный	2,21	9,0	36,0	4,9	4,0	136
Брянский 67-10	1,97	6,2	38,5	5,0	6,2	130
Брянский 69-10	1,90	5,4	32,2	4,0	6,0	124
СН 59-05	2,05	8,6	31,2	4,3	3,6	138
Высокорослый 140-10	1,87	4,2	30,3	4,0	7,2	132
Высокорослый 187-10	2,03	6,2	29,8	4,0	4,8	134
Тамир × Белозер- ный 121, в/р	2,33	9,4	37,1	5,2	3,9	140
Вектор	1,63	5,6	36,5	5,0	6,5	137
Сидерат 38, стан- дарт	2,56	10,4	36,0	5,8	3,5	161
Брянский сидерат	2,50	9,8	42,1	6,4	4,3	152
Добрыня 320 × д118/94	2,36	8,2	32,7	5,3	4,0	162

Урожайность и структура продуктивности растений сортов и сортообразцов
люпина белого (2011г.)

Сорт, сортообра- зец	Урожай- ность, т/га	В среднем на 1 растение			Число семян в бобе, шт.	Масса 1000 семян, г
		Число бобов, шт.	Число семян, шт.	Масса семян, г/раст		
Дега, St	2,59	6,0	14,9	4,2	2,5	282
СН 816-09	2,91	7,6	18,3	5,6	2,4	306
СН 990-09	2,36	4,8	15,7	4,2	3,3	268
АИФ 5049	2,62	6,8	20,5	5,6	3,0	273
СН 156-07	2,39	6,0	13,7	3,4	2,3	248
СН 206-07	2,48	6,4	15,5	3,9	2,4	252
СН 1014-09	1,29	3,6	14,1	3,4	3,9	241
Деснянский (Р-2010)	2,78	9,6	26,4	8,4	2,8	318
СН 67-08	2,63	7,3	22,5	6,5	3,1	289
СН 1022-09	2,23	4,9	14,8	3,6	3,0	244
СН 61-08	2,08	4,0	16,2	3,9	4,1	240
СН 74-08	1,70	3,9	14,9	3,7	3,8	248
СН 72-08	2,30	5,2	19,8	5,0	3,8	253
СН 4-08	2,31	5,4	18,4	4,9	3,4	267
СН 1015-09	1,30	3,7	14,3	3,4	3,9	237
СН 1019-09	2,01	3,9	14,5	3,4	3,7	234
СН 61-06	1,38	3,7	14,6	3,5	3,9	240
СН 220-07	1,16	3,4	13,6	3,2	4,0	236
СН 935-09	1,32	3,8	14,6	3,7	3,8	253
СН 1031-09	1,07	3,6	13,5	3,5	3,7	260

Урожайность и структура продуктивности растений сортов и сортообразцов
люпина белого (2012 г.)

Сорт, сортообразец	Урожай- ность, т/га	В среднем на 1 растение			Число семян в бобе, шт.	Масса 1000 семян, г
		Число бобов, шт.	Число семян, шт.	Масса семян, г/раст		
Дега, St	1,75	3,8	11,5	2,8	3,0	244
СН 816-09	2,09	4,8	12,2	3,2	2,5	263
СН 990-09	1,95	4,0	12,7	3,4	3,2	268
АИФ 5049	2,00	4,8	15,7	3,8	3,3	242
СН 156-07	1,79	3,4	15,2	3,6	4,5	236
СН 206-07	2,10	5,1	12,9	3,4	2,5	264
СН 1014-09	1,25	3,7	13,4	3,2	3,6	238
Деснянский (Р-2010)	1,67	4,0	9,8	2,5	2,5	254
СН 67-08	1,73	3,9	10,1	2,6	2,6	257
СН 1022-09	2,82	9,2	25,8	8,2	2,8	318
СН 61-08	2,15	5,2	13,8	3,6	2,7	260
СН 74-08	2,04	4,9	15,4	3,9	3,1	253
СН 72-08	1,52	3,6	13,8	3,4	3,8	247
СН 4-08	1,41	4,2	15,3	4,0	3,6	262
СН 1015-09	1,28	4,3	15,7	4,2	3,6	268
СН 1019-09	1,29	3,9	14,0	3,7	3,6	264
СН 61-06	1,23	4,2	13,0	3,4	3,1	262
СН 220-07	1,17	4,6	14,3	3,9	3,1	273
СН 935-09	1,23	5,0	15,4	4,3	3,1	280
СН 1031-09	1,28	5,4	17,7	5,0	3,3	283

Содержание сырого белка, жира и алкалоидов в семенах растений сортов и сортообразцов люпина узколистного (2011г.)

Сорт, сортообразец	Белок, %	Жир, %	Алкалоиды, %
Кристалл, St	33,4	3,4	0,052
Смена	32,0	3,7	0,044
Радужный	31,0	4,0	0,041
Витязь	33,3	3,8	0,069
ФЛУ 65-08	31,9	3,6	0,032
СН 106-08	33,6	3,7	0,047
СН 107-08	35,4	3,7	0,054
СН 73-09	35,7	3,7	0,058
Рад 87-05	34,5	3,6	0,059
СН 78-07	34,9	3,9	0,068
Белозерный 110 х Ащадный	35,0	3,6	0,059
Брянский 67-10	33,9	3,2	0,054
Брянский 69-10	33,7	3,4	0,057
СН 59-05	32,9	3,4	0,067
Высокорослый 140-10	33,9	3,6	0,058
Высокорослый 187-10	33,3	3,9	0,054
Тамир х Белозерный 121, в/р	33,1	3,1	0,076
Вектор	33,1	4,1	0,048
Сидерат 38, St	34,3	4,1	0,737
Брянский сидерат	35,7	3,1	0,758
Добрыня 320 х д118/94	34,1	3,7	0,645

Содержание сырого белка, жира и алкалоидов в семенах растений сортов и сортообразцов люпина белого (2011г.)

Сорт, сортообразец	Белок, %	Жир, %	Алкалоиды, %
Дега, St	32,6	9,3	0,072
СН 816-09	32,6	9,0	0,063
СН 990-09	32,2	8,3	0,086
АИФ 5049	35,6	8,0	0,118
СН 156-07	35,5	8,2	0,100
СН 206-07	36,6	8,1	0,091
СН 1014-09	36,1	6,6	0,095
Деснянский (Р-2010)	34,2	6,8	0,200
СН 67-08	34,7	7,5	0,114
СН 1022-09	34,9	6,8	0,109
СН 61-08	32,8	6,5	0,150
СН 74-08	35,6	7,3	0,104
СН 72-08	33,9	7,4	0,087
СН 4-08	33,4	7,7	0,102
СН 1015-09	35,4	7,0	0,162
СН 1019-09	35,4	6,8	0,169
СН 61-06	38,4	7,5	0,166
СН 220-07	33,6	8,2	0,100
СН 935-09	41,5	7,7	0,143
СН 1031-09	37,1	7,6	1,120

Содержание сырого белка, жира и алкалоидов в семенах растений сортов и сортообразцов люпина узколистного (2012 г.)

Сорт, сортообразец	Белок, %	Жир, %	Алкалоиды, %
Кристалл, St	33,8	3,0	0,153
Смена	33,7	3,1	0,065
Радужный	33,2	3,5	0,043
Витязь	34,4	3,2	0,109
ФЛУ 65-08	33,6	2,8	0,162
СН 106-08	34,2	3,9	0,112
СН 107-08	35,7	3,4	0,061
СН 73-09	32,0	3,4	0,055
Рад 87-05	34,9	3,5	0,064
СН 78-07	35,8	3,7	0,133
Белозерный 110 × Ащадный	35,6	4,1	0,123
Брянский 67-10	31,5	3,0	0,070
Брянский 69-10	31,6	3,0	0,075
СН59-05	31,3	3,0	0,110
Высокорослый 140-10	33,7	3,9	0,120
Высокорослый 187-10	31,8	3,6	0,123
Тамир × Белозерный 121, в/р	33,0	2,9	0,136
Вектор	35,2	3,6	0,065
Сидерат 38, St	36,2	3,3	0,986
Брянский сидерат	35,6	2,9	1,160
Добрыня 320 × д118/94	35,6	3,4	1,360

Содержание сырого белка, жира и алкалоидов в семенах растений сортов и сортообразцов люпина белого (2012г.)

Сорт, сортообразец	Белок, %	Жир, %	Алкалоиды, %
Дега, St	36,6	6,7	0,137
СН 816-09	35,5	7,1	0,117
СН 990-09	37,4	7,1	0,126
АИФ 5049	35,2	7,5	0,160
СН 156-07	34,7	7,8	0,125
СН 206-07	34,3	7,5	0,116
СН 1014-09	33,4	7,2	0,154
Деснянский (Р-2010)	34,8	7,8	0,151
СН 67-08	32,9	8,9	0,189
СН 1022-09	37,8	7,4	0,165
СН 61-08	39,5	8,9	0,178
СН 74-08	38,2	8,3	0,169
СН 72-08	35,8	7,9	0,118
СН 4-08	33,7	7,3	0,170
СН 1015-09	34,1	7,2	0,217
СН 1019-09	36,6	7,3	0,237
СН 61-06	32,7	7,3	0,203
СН 220-07	35,3	7,5	0,232
СН 935-09	35,3	7,8	0,213
СН 1031-09	37,7	7,8	1,320