

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ НАУЧНОЕ ДОЧЕРНЕЕ УНИТАРНОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ «ИНСТИТУТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОХИМИИ»

Объект авторского права

УДК 631.8: 633.367.2 : 631.559 : 631.445.24 (043.3)

РАДКЕВИЧ
Марина Леонидовна

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И РЕГУЛЯТОРОВ
РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА
ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ
ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук
по специальности 06.01.04 – агрохимия

Минск, 2024

Научная работа выполнена в учреждении образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»

Научный
руководитель:

Персикова Тамара Филипповна,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, за-
ведующий кафедрой почвоведения
УО «Белорусская государственная орденов Ок-
тябрьской Революции и Трудового Красного Зна-
мени сельскохозяйственная академия»

Официальные
оппоненты:

Пироговская Галина Владимировна, доктор
сельскохозяйственных наук, профессор, главный
научный сотрудник лаборатории новых форм удоб-
рений и мелиорантов РУП «Институт почвоведения
и агрохимии»

Зимина Мария Владимировна, кандидат сельско-
хозяйственных наук, доцент, доцент кафедры агро-
химии, почвоведения и сельскохозяйственной эко-
логии УО «Гродненский государственный аграр-
ный университет»

Оппонирующая
организация:

РУП «Гродненский зональный институт растение-
водства НАН Беларуси»

Защита состоится «21» марта 2024 г. в 11⁰⁰ часов на заседании совета по
защите диссертаций Д 01.50.01 при РУП «Институт почвоведения и агрохи-
мии» по адресу: ул. Казинца, 90, г. Минск, 220108, Республика Беларусь. Тел:
(+37517) 252-55-54, факс (+37517) 374-04-02; e-mail: brissa_aspirant@tut.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке при РУП «Институт
почвоведения и агрохимии»

Автореферат разослан «14» февраля 2024 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций
кандидат с.-х. наук, доцент



О. В. Матыченкова

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшей проблемой агропромышленного комплекса Республики Беларусь остается дефицит и невысокое качество растительного белка. В настоящее время недостаток белка в кормопроизводстве, по различным оценкам, составляет 25–30 % от общей потребности в нем. Дефицит кормового белка может быть ликвидирован за счет повышения продуктивности однолетних и многолетних высокобелковых культур. В нашей стране перспективным представляется возделывание люпина узколистного, семена которого характеризуются близким к сое относительным содержанием белка и аминокислот, при том, что почвенно-климатические условия регионов Беларуси в большей степени отвечают требованиям данной культуры.

Одним из основных факторов получения высоких урожаев в технологии возделывания сельскохозяйственных культур является система удобрений, адаптированная к физиологическим потребностям растений в конкретных почвенно-климатических условиях и позволяющая получать продукцию с высокими показателями качества.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными программами (проектами), темами. Диссертационная работа выполнена в УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» в 2011–2013 гг. Выполнение исследований проводилось в соответствии с государственной научно-технической программой «Агропромкомплекс – устойчивое развитие» по заданию 2.4 «Создать сорта зернобобовых и крупяных культур с потенциальной урожайностью зерна от 3,0 до 5,0 т/га, обладающие высокими показателями качества зерна и зеленой массы, устойчивостью к основным болезням, и разработать их сортовую агротехнику» в рамках раздела 2.4.1 «Разработать сортовую агротехнику люпина узколистного и проса с потенциальной урожайностью зерна от 3,0 до 5,0 т/га, обладающих высокими показателями качества зерна, устойчивостью к основным болезням» (№ госрегистрации 20115765).

Цель, задачи, объект и предмет исследования. *Цель исследования* – усовершенствовать систему удобрения люпина узколистного на основе комплексного применения микроэлементов, бактериальных препаратов и регуляторов роста растений в предпосевной обработке семян, некорневой подкормки жидким комплексным удобрением на минеральном фоне, обеспечивающую высокую урожайность и качество зерна.

Задачи исследования:

1) определить влияние комплексного применения различных форм микроэлементов, бактериальных удобрений, регуляторов роста растений в предпосевной обработке семян люпина узколистного на фоне применения минеральных удобрений, жидкого комплексного удобрения для некорневой подкормки на рост и развитие растений, особенности поглощения основных элементов питания в онтогенезе;

2) установить влияние применяемых систем удобрения на урожайность зерна люпина узколистного;

3) определить влияние макро-, микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений на качество зерна люпина узколистного;

4) рассчитать энергетическую и экономическую эффективность различных систем удобрения люпина узколистного и разработать рекомендации производству по практическому применению удобрений и регуляторов роста растений при возделывании люпина узколистного на зерно в условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв.

Предмет исследования – влияние макро-, микроудобрений, бактериальных препаратов и регуляторов роста на динамику ростовых процессов и потребление элементов питания в онтогенезе сортами люпина узколистного Першацвет и Ян, на урожайность и качество зерна.

Объект исследования – сорта зернового направления люпина узколистного Першацвет и Ян, макро-, микроудобрения, бактериальные препараты и регуляторы роста.

Научная новизна. Впервые в условиях дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы изучено действие микроэлементов в минеральной и хелатной формах, применяемых при инкрустации семян люпина узколистного, на продукционные процессы, урожайность, качественные показатели зерна.

Установлена высокая эффективность инкрустации семян кобальтом, марганцем и медью совместно с регулятором роста растений и бактериальными препаратами на минеральном фоне. Высокоэффективным приемом при возделывании люпина узколистного является некорневая подкормка жидким комплексным удобрением (ЖКУ) марки ЖКУ 5-7-10-0,15(В)-0,01 (Мо).

Разработаны и обоснованы технологические приемы повышения продуктивности люпина узколистного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве северо-востока Беларуси.

Положения, выносимые на защиту:

1. При применении минеральных удобрений в дозе $N_{30}P_{30}K_{90}$, инкрустации семян хелатной формой кобальта и сульфатом марганца совместно с регулятором роста Эпин и бактериальными удобрениями Фитостимифос и Сапронит максимальная урожайность зерна у сорта Першацвет формируется

при высоте растений в фазе полной спелости 55,1–56,6 см и накоплении сухого вещества 1370–1416 г на 100 растений, у сорта Ян – 60,8–62,3 см и 1362–1409 г соответственно.

2. На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве инкрустация семян кобальтом в хелатной форме в смеси с регулятором роста Эпин и бактериальными удобрениями Фитостимифос и Сапронит на минеральном фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ позволяет получить 31,6 ц/га зерна у сорта Першацвет при окупаемости 1 кг NPK 9,6 кг зерна. У сорта Ян на этом фоне питания максимальная прибавка зерна составляет 6,2 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 7,2 кг зерна.

Некорневая подкормка ЖКУ марки 5-7-10-0,15(B)-0,01 (Mo) в фазе бутонизации повышает урожайность зерна у сорта Першацвет по отношению к фону на 3,7 ц/га (с 22,9 до 26,6 ц/га), у сорта Ян прибавка урожайности по отношению к фоновому варианту составила 4,1 ц/га при окупаемости 1 кг NPK по сортам 6,3 и 5,8 кг зерна соответственно.

3. Система удобрения люпина узколистного сорта Першацвет, включающая $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин и инкрустацию семян хелатом кобальта, обеспечила формирование зерна с высокими показателями качества – содержание сырого протеина составило 32,3 %, обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином – 237,1 г, сумма критических аминокислот – 27,31 мг/кг, незаменимых аминокислот – 83,63 мг/кг при содержании обменной энергии 12,86 МДж/кг. У сорта Ян наиболее высокие содержание сырого протеина в зерне (32,4 %), обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином (236,9 г), сумма критических (29,49 г/кг) и незаменимых аминокислот (91,32 г/кг), содержание обменной энергии (12,86 МДж/кг) достигаются при инкрустации семян сульфатом марганца, бактериальными удобрениями Фитостимифос и Сапронит, регулятором роста Эпин на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$.

4. Инкрустация семян хелатной формой кобальта и сульфатом меди на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин повышает чистый доход у сорта Першацвет до 75,2 и 74,7 долл. США/га при уровне рентабельности 83,3 и 84,3 % соответственно. Наиболее рентабельное получение зерна люпина узколистного сорта Ян (56,8 %) с уровнем чистого дохода 45 долл. США/га обеспечивает включение в предпосевную обработку семян Со (хелат.) на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин.

Личный вклад соискателя ученой степени. Автор самостоятельно провела полевые исследования с люпином узколистным сортов Першацвет и Ян в течение 2011–2013 гг., которые включали отбор почвенных и растительных образцов, биометрические измерения, расчет выноса основных элементов питания. Систематизация и обобщение результатов исследований, их статистическая обработка, экономическая и энергетическая оценка изуча-

емых систем применения удобрений, написание диссертации и автореферата осуществлены автором самостоятельно.

В статьях и материалах конференций [1; 2; 3; 4; 6; 7; 10; 11; 12; 13; 14; 16; 17; 18; 19; 21, 23; 26; 32; 33; 34], написанных в соавторстве, соискателю принадлежит получение и систематизация экспериментальных данных по урожайности и показателям качества зерна, линейному росту, накоплению сухого вещества и элементов питания по фазам роста и развития сортов люпина узколистного Першацвет и Ян, оценка агрономической и экономической эффективности применения удобрений. Публикации [5; 8; 9; 18; 20; 22, 24; 25; 27; 28; 29; 30; 31] подготовлены диссертантом самостоятельно.

Результаты исследований использованы при написании рекомендаций для агропромышленного комплекса [33; 34] и внедрены в сельскохозяйственное производство.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов. Основные положения диссертации доложены и представлены на XVI Международной научно-практической конференции «Современные технологии сельскохозяйственного производства» (г. Гродно, 17 мая 2013 г.); Международной научно-практической конференции молодых ученых «Молодежь и инновации – 2013» (г. Горки, 29–31 мая 2013 г.); Международной научно-практической конференции молодых ученых «Молодежь и инновации – 2015» (г. Горки, 27–29 мая 2015 г.); Международной научно-практической конференции и V съезде почвоведов и агрохимиков (г. Минск, 22–26 июня 2015 г.); Международной научно-практической конференции «Управление питанием растений и почвенным плодородием» (г. Горки, 21–22 октября 2015 г.); Международной научно-практической конференции «Научное наследие академика Д. Н. Прянишникова и современные проблемы агрохимии» (г. Москва, 10–11 ноября 2015 г.); XX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Социально-гигиенический мониторинг здоровья населения» (г. Рязань, 1–2 декабря 2016 г.); Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию кафедр агрохимии и почвоведения Белорусской государственной орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственной академии и 110-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки БССР, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Р. Т. Вильдфлуша (г. Горки, 11–12 октября 2016 г.); Международной научно-практической конференции «Применение удобрений в современной земледелии», посвященной 110-летию со дня рождения академика В. И. Шемпеля (г. Жодино, 6 июля 2018 г.); 52-й Международной научной конференции молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов «Агроэкологические и экономические аспекты применения средств химизации в сельскохозяйственном производ-

стве» (г. Москва, 24–25 октября 2018 г.); Международной научно-практической конференции «Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрения», посвященной памяти А. И. Горбылевой, Ю. П. Сиротина, В. И. Тюльпанова (г. Горки, 18–20 декабря 2018 г.); XXIII Международной научно-технической конференции «Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии» (г. Минск, 1 октября 2020 г.); Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы агрономии», посвященной 180-летию образования БГСХА и 95-летию агрономического факультета (г. Горки, 2 ноября 2020 г.).

Результаты исследований с люпином узколиственным внедрены в 2014 г. в РУП «Учхоз БГСХА» Горецкого района Могилевской области (акт от 03.11.2014 г.) и в образовательный процесс УО БГСХА (акт № 631 от 22.09.2020 г.).

Опубликованность результатов диссертации. По теме диссертационной работы опубликовано 34 печатные работы, в том числе: в научных изданиях, входящих в Перечень ВАК, – 10; материалах научных конференций – 21; в других изданиях – 1; рекомендации производству – 2. Общий объем опубликованного материала – 10,54 авторского листа, лично автору принадлежит – 7,6.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, 5 глав, заключения, предложений производству, списка использованных источников и приложений. Диссертация изложена на 179 страницах машинописного текста (текст на 106 страницах), содержит 30 таблиц, 5 рисунков, 39 приложений. Список использованных источников включает 235 наименования, 34 – публикации соискателя.

Автор выражает благодарность научному руководителю диссертационной работы доктору сельскохозяйственных наук, профессору Тамаре Филипповне Персиковой за постоянную поддержку и внимание к работе. Часть статей, рекомендации производству написаны с ней в соавторстве.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Обзор литературы. Проанализирована и обобщена научная отечественная и зарубежная литература о значении зернобобовых культур в решении белковой проблемы, о физиологической роли микроэлементов, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений. Изучены научные публикации об инкрустации семян микроэлементами и ее влиянии на урожайность и качество сельскохозяйственных культур.

Объекты, методы и условия проведения исследований

Исследования проводили в 2011-2013 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» с районированными сортами люпина узколистного зернового направления Першацвет и Ян.

Схема опыта с люпином узколистным предусматривала определение эффективности минеральных удобрений, а также изучение различных составов для обработки семян, включающих бактериальные препараты, регуляторы роста и микроэлементы с целью повышения урожайности и качества зерна этой культуры.

В качестве азотных удобрений в опыте применялся карбамид ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ – N –46% д.в.), фосфорных – аммофос ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ – N –12% д.в., P_2O_5 –50 % д.в.), калийных – хлористый калий ($\text{KCl} - \text{K}_2\text{O}$ – 60% д.в.). Для инкрустации семян в опыте применялись микроэлементы Cu, Zn, Mn (150 г д.в./т семян) Co (75 г д.в./т семян) в форме простых солей: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (23,4–24,9 % Cu), $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (21–23 % Zn), $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ (20% Co), $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, а также их хелатные формы: Cuprovetum, $\text{NaCuH}(\text{edta}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (17 % Cu), Zincovetum, $\text{NaZnH}(\text{edta}) n\text{H}_2\text{O}$ (17 % Zn), Кобальвет (Cobalvetum, $\text{NaCoH}(\text{edta}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (12% Co). В качестве регуляторов роста для инкрустации семян в опыте применялся Эпин (эпибрассинолид) и его новые формы Эпин-К, Эпин-Н в дозе 20 мг д. в/т семян. Инокуляцию семян проводили биопрепаратами Фитостимифос и Сапронит. Норма расхода препаратов – 200 мл на гектарную норму семян. В качестве пленкообразователя при обработке семян использовался 2%-ный раствор натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (полимер NaKMЦ), расход рабочего раствора – 10 л на тонну семян. В качестве протравителя применяли Максим XL в дозе 1 л/т.

В фазе бутонизации культуры проводилась некорневая подкормка жидким комплексным удобрением, разработанным РУП «Институт почвоведения и агрохимии». Марка ЖКУ 5-7-10 0,15(В)-0,01 (Мо) в дозе 3 л/га.

Агротехника опытного участка общепринятая, согласно отраслевому регламенту. Общая площадь делянки в опыте составила 30 м², учетная – 25 м², повторность – четырехкратная, расположение делянок – рендомизированное.

В опытах проводились фенологические наблюдения, отбор образцов в основные фазы развития культуры для определения линейного роста, накопления сухого вещества и динамики потребления основных элементов питания в период вегетации. Химический анализ зерна и соломы включал определение следующих показателей: содержание общего азота, фосфора, калия, кальция и магния. В зерне определялись следующие показатели качества: со-

держание сырого белка, жира, клетчатки, золы, аминокислотный состав, содержание меди и цинка.

Отбор и агрохимический анализ почвенных и растительных образцов проводился в соответствии с принятыми ГОСТами и методическими указаниями. Закладка полевых опытов, учеты и наблюдения, математическая обработка полученных результатов проводились согласно методике полевого опыта Б. А. Доспехова (1985).

Расчет экономической эффективности применения удобрений и регулятора роста проводился по методике, разработанной в РУП «Институт почвоведения и агрохимии».

Почва опытных участков дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком и характеризовалась: низким и средним содержанием гумуса (1,48–1,69 %), повышенным и средним – подвижных форм фосфора и калия (215–242 мг/кг; 176–187 мг/кг соответственно), низким и средним содержанием меди и цинка (1,35 – 2,82 мг/кг; 1,87-3,26 мг/кг) соответственно, низким содержанием Со (0,55–0,6 мг/кг) и Mn обм.(1,5 мг/кг). Реакция почвы была близкой к нейтральной (pH_{kcl} – 6,13-6,2). Индекс окультуренности почвы – 0,71 (среднеокультуренная почва).

Метеорологические исследования в годы проведения исследований различались, что оказало влияние на продуктивность зерна люпина узколистного. Более благоприятные условия по количеству выпавших осадков, характеру их распределения и температурному режиму для формирования урожайности зерна сортов люпина узколистного были в 2013 г. (ГТК=1,0 – теплый и с достаточным увлажнением). В 2011 г. в период активного роста (июль) ГТК составил 2,2, в фазе зернообразования и спелости ГТК – 1,8. 2012 г. был теплым и влажным (ГТК=2,4).

Динамика роста, накопления биомассы и потребления элементов питания растениями люпина узколистного в зависимости от применения удобрений и регуляторов роста

Интенсивное нарастание вегетативной массы и увеличение высоты растений люпина узколистного отмечается в фазу, предшествовавшей фазе цветения, затем рост несколько замедляется, и второй период активного роста наблюдается в фазу зеленой спелости, а с началом созревания он практически затухает.

Наиболее интенсивной динамика роста и накопления сухой биомассы была в удобряемых вариантах. Комплексное применение микроэлементов на фоне минеральных удобрений, регулятора роста растений и бактериальных

препаратов привело к увеличению высоты растений к уборке в среднем на 0,9–5,6 см у сорта Першацвет и на 2,3–7,5 см у сорта Ян.

Оптимальным в отношении показателя линейного роста люпина сорта Першацвет было применение Со (хелат) на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин. В результате применения высота растений в фазе бутонизации культуры составила 32,1 см, что на 7,5 см превысило контроль и на 3,3 см фоновый вариант, а к фазе полной спелости высота растений в данном варианте сформировалась на уровне 56,6 см, при этом прирост составил 9,4 см и 5,6 см соответственно.

Инкрустация семян сорта Ян хелатной формой кобальта на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин позволила сформировать к фазе полной спелости растения высотой 62,3 см.

Динамика накопления сухого вещества варьировала в более широком диапазоне, чем высота растений. Применение микроэлементов в предпосевной обработке семян способствовало накоплению сухого вещества растениями сорта Першацвет. Включение в предпосевную обработку семян меди в минеральной и хелатной формах увеличивало массу 100 сухих растений относительно фона на 362,0 г и 358,0 г соответственно. Наибольшей масса 100 сухих растений была в варианте с применением $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин + Со(хелат), в среднем за 3 года масса в этом варианте была выше на 473 г по сравнению с фоновым вариантом.

Совместное применение микроэлементов, регулятора роста растений и бактериальных препаратов на фоне минеральных удобрений в посевах люпина узколистного сорта Ян привело к увеличению содержания в них сухого вещества на 23,7-49,7 %. В среднем за 3 года исследований применение хелатной формы кобальта, сульфата меди и сульфата марганца на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин повышало относительно фона массу 100 сухих растений к уборке на 468 г, 358 г, 421 г соответственно.

Некорневая подкормка в фазе бутонизации люпина узколистного сорта Першацвет жидким комплексным удобрением увеличивала к уборке высоту растений до 54,4 см, надземную сухую биомассу до 1267 г/100 растений. Высокоэффективным данный агроприем был и на сорте Ян – высота растений к уборке составила 60,1 см, масса 100 растений – 1267 г.

В результате проведенных исследований установлено, что в период вегетации содержание элементов питания в растениях люпина узколистного зависит от применения минеральных удобрений, инкрустации семян микроэлементами, регуляторами роста растений и бактериальными препаратами.

У сорта Першацвет наибольшее содержание азота, фосфора и калия наблюдалось в вариантах с применением кобальта и марганца. Применение кобальта в хелатной форме повышало к фазе полной спелости содержание

азота, фосфора, калия относительно фона на 0,67 %, 0,13 %, 0,68 % соответственно.

Наибольшая концентрация элементов питания на момент последнего учета у сорта Ян отмечалась при инкрустации семян хелатной формой кобальта на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос +Сапронит+Эпин. Содержание азота составило 3,11 %, фосфора – 0,7 %, калия – 1,95 %.

В среднем за 2011–2013 гг. проведенный корреляционно-регрессионный анализ показал тесную сильную положительную взаимосвязь ($r = 0,95$) урожайности люпина узколистного сорта Першацвет от накопленного растением к фазе полной спелости сухого вещества. Корреляционно-регрессионный анализ урожайности сорта Ян и сухого вещества в фазе полной спелости так же показал сильную прямую зависимость ($r = 0,98$) между этими показателями.

Влияние макро-, микроудобрений, бактериальных препаратов и регуляторов роста на урожайность и качество зерна люпина узколистного

В 2011-2013 гг. урожайность зерна по вариантам опыта у сорта Першацвет изменялась от 17,2 ц/га до 31,6 ц/га (таблица 1). В среднем за 3 года урожайность при внесении до посева $N_{30}P_{30}K_{90}$ и $N_{30}K_{90}$ по сравнению с контролем возросла на 2,3 ц/га и 3,4 ц/га соответственно. При этом следует отметить, что внесение только азотных и калийных удобрений не снижает урожайность культуры. Это необходимо учитывать и использовать не только для последующих культур, но и при разработке системы удобрения для данной культуры, особенно в условиях дефицита и высокой стоимости фосфорсодержащих удобрений.

Таблица 1 – Влияние макро-, микроудобрений, бактериальных препаратов и регуляторов роста на урожайность зерна люпина узколистного сорта Першацвет, ц/га

Вариант	Урожайность, ц/га				Прибавка к контролю, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK, кг зерна
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее			
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Контроль (без удобрений)	18,0	16,6	17,0	17,2	–	–	–
2. $N_{30}P_{30}K_{90}$	20,0	19,0	19,5	19,5	+2,3	–	1,5
3. $N_{30}K_{90}$	21,0	20,0	20,8	20,6	+3,4	–	2,8
4. $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит	20,0	19,0	23,3	20,8	+3,6	–	2,4

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
5. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин (фон)	22,0	21,4	25,3	22,9	+5,7	–	3,8
6. Фон + ЖКУ	27,0	23,5	29,4	26,6	+9,4	+3,7	6,3
7. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин-К	24,0	21,5	26,8	24,1	+6,9	–	4,6
8. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин-Н	26,0	20,5	26,0	24,2	+7,0	–	4,7
9. Фон + CuSO ₄ · 5H ₂ O	33,0	29,0	32,3	31,4	+14,2	+8,5	9,5
10. Фон + Cu (хелат)	28,0	26,2	29,4	27,9	+10,7	+5,0	7,1
11. Фон + ZnSO ₄ · 7H ₂ O	22,0	23,0	27,6	24,2	+7,0	+1,3	4,7
12. Фон + Zn (хелат)	26,0	25,0	30,5	27,2	+10,0	+4,3	6,7
13. Фон + Na ₃ [Co(NO ₂) ₆]	24,0	24,0	29,3	25,8	+8,6	+2,9	5,7
14. Фон + Co (хелат)	31,0	27,5	36,4	31,6	+14,4	+8,7	9,6
15. Фон+ MnSO ₄ · 5H ₂ O	29,0	25,1	31,8	28,6	+11,4	+5,7	7,6
НСР ₀₅	1,62	1,54	1,60	0,93			

Обработка посевов люпина узколистного в фазе бутонизации жидким комплексным удобрением для бобовых марки 5-7-10 с бором и молибденом увеличивала урожайность зерна в среднем за 3 года на 3,7 ц/га.

Под влиянием сульфата меди на фоне N₃₀P₃₀K₉₀ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин в среднем за 2011-2013 гг. урожайность семян возрастала на 8,5 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 9,5 кг зерна, Cu (хелат) – 5 ц/га (окупаемость 1 кг NPK 7,1 кг зерна) или на 37,1 и 21,8 % соответственно.

Использование минеральной и хелатной форм цинка в предпосевной обработке семян по действию на урожайность сорта Першацвет было различным. Так, добавление в инкрустационный состав ZnSO₄ · 7H₂O обеспечило получение 24,2 ц/га зерна, а Zn (хелат) – 27,2 ц/га, повышая при этом окупаемость 1 кг NPK с 4,7 до 6,7 кг зерна.

Максимальная продуктивность люпина узколистного (31,6 ц/га) в среднем за 3 года исследований была получена при включении в предпосевную обработку семян Co (хелат) на фоне N₃₀P₃₀K₉₀ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин. В этом варианте опыта прибавка урожайности к фону составила 8,7 ц/га, а окупаемость 1 кг NPK 9,6 кг зерна. При использовании в 2011-2013 гг. MnSO₄ · 5H₂O урожайность зерна относительно фона повышалась на 24,8 % (+5,7 ц/га) при окупаемости 1 кг NPK 7,6 кг зерна.

В исследованиях с люпином узколистным сорта Ян в среднем за 2011-2013 гг. применение минеральных удобрений в дозах N₃₀P₃₀K₉₀ и N₃₀K₉₀ повышало урожайность зерна по сравнению с неудобренным контролем на 2,3 и 2,4 ц/га соответственно (таблица 2).

В исследованиях установлено, что применение микроэлементов при обработке семян способствовало увеличению урожайности зерна и окупаемости 1 кг NPK удобрений урожаем зерна.

Введение в инкрустационный состав сульфата меди обеспечило у сорта Ян в 2011г. дополнительный сбор зерна относительно фона 3,4 ц/га, в 2012 г. – 4,8 ц/га, в 2013 г. – 4,0 ц/га, а в среднем за 3 года – 4,1 ц/га и было эффективнее применения данного микроэлемента в хелатной форме, за исключением 2013 г., прибавка зерна в среднем за 3 года составила 3,4 ц/га относительно фона N₃₀P₃₀K₉₀ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин. Окупаемость 1 кг NPK кг зерна при внесении минеральной формы меди составила 5,8 кг.

Таблица 2 – Влияние макро-, микроудобрений, бактериальных препаратов и регуляторов роста на урожайность зерна люпина узколистного сорта Ян, ц/га,

Вариант	Урожайность, ц/га				Прибавка к контролю, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK, кг зерна
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее			
1. Контроль (без удобрений)	19,0	17,0	19,8	18,6	–	–	–
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀	21,0	19,8	22,0	20,9	+2,3	–	1,5
3. N ₃₀ K ₉₀	21,0	19,0	23,0	21,0	+2,4	–	2,0
4. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимифос + Сапронит	23,0	19,0	24,0	22,0	+3,4	–	2,3
5. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин (фон)	22,6	21,2	25,9	23,2	+4,6	–	3,1
6. Фон + ЖКУ	26,3	25,7	29,8	27,3	+8,7	+4,1	5,8
7. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин-К	22,0	21,2	26,8	23,3	+4,7		3,1
8. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин-Н	23,7	22,5	24,9	23,7	+5,1		3,4
9. Фон + CuSO ₄ · 5H ₂ O	26,0	26,0	29,9	27,3	+8,7	+4,1	5,8
10. Фон + Cu (хелат)	24,0	23,4	32,5	26,6	+8,0	+3,4	5,3
11. Фон + ZnSO ₄ · 7H ₂ O	25,0	24,0	28,0	25,7	+7,1	+2,5	4,7
12. Фон + Zn (хелат)	25,0	25,1	29,3	26,5	+7,9	+3,2	5,3
13. Фон + Na ₃ [Co(NO ₂) ₆]	24,2	23,4	30,8	26,1	+7,5	+2,9	5,0
14. Фон + Co(хелат)	27,0	28,0	33,1	29,4	+10,8	+6,2	7,2
15. Фон + MnSO ₄ · 5H ₂ O	26,8	23,5	33,8	28,0	+9,4	+4,8	6,3
НСР ₀₅	1,51	1,73	1,54	0,94			

Применение Zn (хелат) и Co (хелат) по сравнению с внесением ZnSO₄ · 7H₂O и Na₃[Co(NO₂)₆] было более эффективным. При использовании хелатных форм цинка и кобальта прибавка урожайности к фону N₃₀P₃₀K₉₀ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин составила 3,3 и 6,2 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 5,3 и 7,2 кг зерна соответственно. В среднем за 3 года исследований

максимальная урожайность (29,4 ц/га) была достигнута от применения Со(хелат) на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин. Несколько ниже урожайность (28 ц/га) была отмечена при применении микроудобрения $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ в предпосевной обработке семян. Прибавка урожайности к фону $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин в этом варианте составила 4,8 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 6,3 кг зерна.

Анализ долевого участия изучаемых факторов (рисунок 1) у сорта Першацвет показал, что за счет погодных условий и почвенного плодородия в оптимальном по урожайности варианте ($N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин + Со (хелат)) формировалось 17,2 ц/га зерна, или 54%. Доля минеральных удобрений в прибавке урожайности составила 8%, бактериальных препаратов (Сапронит и Фитостимифос) – 4%, регулятора роста Эпин – 8%, микроэлемента кобальта – 28%.

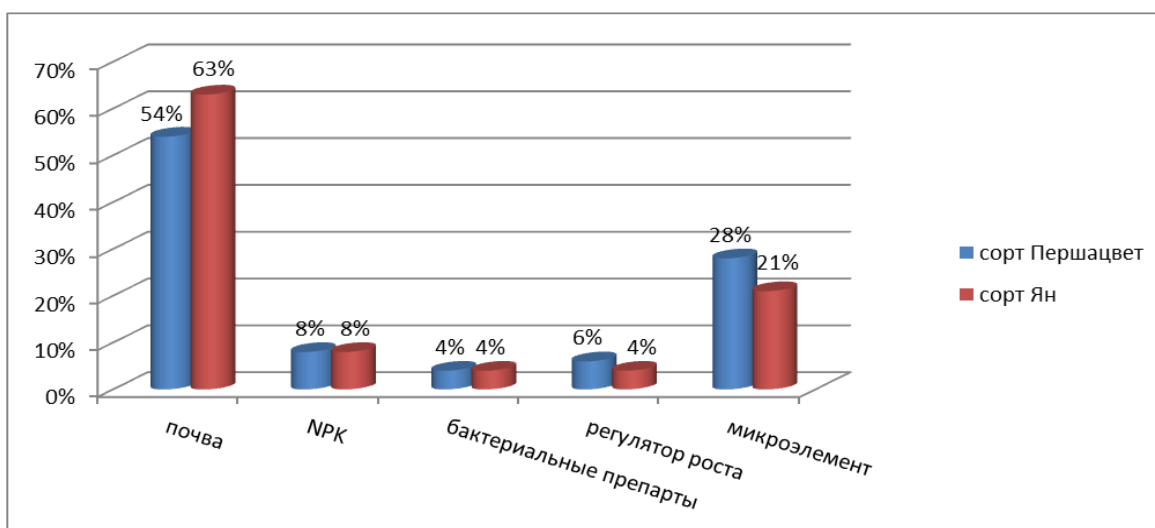


Рисунок 1 – Долевое участие отдельных факторов в формировании урожайности зерна люпина узколистного сортов Першацвет и Ян

У сорта Ян при применении $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин + Со (хелат) несколько выше был вклад почвенного плодородия и условий произрастания в урожайность зерна – 63%. Доля минеральных удобрений в прибавке урожайности так же составила 8%, бактериальных препаратов (Сапронит и Фитостимифос) – 4%. Значительно ниже в отличие от сорта Першацвет был вклад регулятора роста Эпин – 4%, на 7% ниже было влияние кобальта.

Белок (протеин) является одним из основных компонентом кормов. В наших исследованиях условия питания по-разному влияли на качество урожая. Содержание сырого протеина в зерне люпина узколистного сорта Першацвет по вариантам опыта за годы исследований находилось в пределах 28,2-32,3 %. Его содержание (таблица 3) в зерне контрольного варианта со-

ставило 28,2 % при среднем показателе по варианту по вариантам опыта 30,4 %.

В исследованиях отмечена положительная роль микроэлементов на накопление сырого протеина. Так, в варианте с применением хелатной формы кобальта на фоне N₃₀P₃₀K₉₀+Фитостимифос+Сапронит+Эпин содержание сырого протеина составило 32,3 % и было наибольшим по опыту. Это, по-видимому, связано с тем, что данный микроэлемент улучшает использование азота.

Таблица 3 – Влияние макро-, микроудобрений, бактериальных препаратов и регуляторов роста на кормовую продуктивность люпина узколистного сорта Першацвет, 2011-2013 гг.

Вариант	Содержание сырого протеина, %	Сбор сырого протеина, ц/га	Выход переваримого протеина, ц/га	Обеспеченность 1 к. ед. переваримым протеином, г	Сумма аминокислот, г/кг	
					критических	незаменимых
1. Контроль (без удобрений)	28,2	4,9	4,1	205,0	17,84	52,25
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀	28,6	5,6	4,7	208,0	18,28	59,13
3. N ₃₀ K ₉₀	28,8	5,9	5,0	209,2	18,26	59,27
4. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимифос + Сапронит	29,3	6,1	5,2	215,8	20,20	58,96
5. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин (фон)	29,5	6,8	5,7	215,1	22,17	70,53
6. Фон + ЖКУ	30,0	8,0	6,8	220,1	24,46	74,40
7. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин-К	29,5	7,1	6,0	215,1	22,12	70,50
8. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин-Н	29,7	7,2	6,1	217,1	22,25	70,83
9. Фон+ CuSO ₄ · 5H ₂ O	30,4	9,6	8,1	221,9	24,46	74,4
10. Фон + Cu (хелат)	31,4	8,8	7,4	229,1	24,94	75,55
11. Фон + ZnSO ₄ · 7H ₂ O	31,0	7,5	6,4	227,8	22,12	73,32
12. Фон+ Zn (хелат)	30,8	8,4	7,1	225,4	23,32	70,07
13. Фон + Na ₃ [Co(NO ₂) ₆]	31,4	8,1	6,9	230,8	26,75	79,92
14. Фон + Co (хелат)	32,3	10,3	8,7	237,1	27,31	83,63
15. Фон + MnSO ₄ · 5H ₂ O	31,2	9,0	7,6	228,9	26,83	77,99
НСР ₀₅	0,72					

Проведенные исследования позволили установить, что применение меди способствовало повышению содержанию сырого протеина на 0,9 и 1,9 % в зависимости от формы, содержание сырого протеина в среднем за 2011-

2013 гг. в варианте с сульфатом меди составило 30,4 %, в варианте с хелатной формой – 31,4 %.

Положительное влияние на накопление сырого протеина в зерне люпина оказал сульфат марганца. Под влиянием $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ его содержание в зерне в среднем за 3 года возросло на 1,7 % по сравнению с фоном $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин.

Некорневая подкормка жидким комплексным удобрением для бобовых способствовала возрастанию содержания сырого протеина на 1,8 % относительно варианта без удобрений.

В среднем за 3 года исследований сорт Першацвет обеспечил сбор сырого протеина на уровне 7,6 ц/га. В проведенных исследованиях сбор сырого протеина колебался в зависимости от условий питания от 4,9 ц/га до 10,3 ц/га. Наибольший его сбор с единицы площади получен в вариантах с применением при инкрустации семян минеральной формой меди и хелатной формой кобальта – 9,6 и 10,3 ц/га соответственно. Выход переваримого протеина в зависимости от варианта опыта находился в пределах 4,1–8,7 ц/га. Наибольший выход этого ценного вещества получен при инкрустации семян хелатной формой кобальта на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин и составил 8,7 ц/га. Ценность зерна как корма для животных повышалась в зависимости от условий питания. Обеспеченность 1 кормовой единицы переваримым протеином возросла с 205 г на контроле и 215,1 г в фоновом варианте до 221,9–237,1 г при инкрустации семян микроэлементами, наибольшей она была в варианте с применением кобальта в хелатной форме – 237,1 г.

У сорта Першацвет в вариантах, где применялись хелатные формы микроэлементов Cu, Zn, Co содержание критических аминокислот было на 0,48 г/кг, 1,2 г/кг, 0,56 г/кг выше, чем в вариантах, где применяли неорганические соли. Эффективным агрохимическим приемом, положительно, влияющим на аминокислотный состав зерна, оказалась обработка семян перед посевом сульфатом марганца – содержание критических и незаменимых аминокислот было выше на 4,66 г/кг и 7,46 г/кг относительно фонового варианта.

Содержание сырого протеина в зерне сорта Ян возрастало под влиянием минеральных удобрений на 0,4–0,7 % (таблица 4). Положительное влияние на накопление сырого белка оказало применение в инкрустации семян регуляторов роста растений. При применении Эпина на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит содержание сырого протеина возрастало на 0,7 %. Некорневая подкормка в фазе бутонизации жидким комплексным удобрением, содержащим бор и молибден, на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин способствовала возрастанию содержания сырого белка в зерне на 1,1 %.

Из применяемых по схеме опыта микроэлементов наиболее существенное влияние на накопление сырого белка оказало применение в предпосевной обработке семян меди, кобальта и марганца в различных формах. Так, в вариантах с сульфатом меди и хелата меди содержание сырого протеина в зерне составило 31,7 и 31,3 % соответственно (+1,5 и 1,1 % к фону). Наибольшее содержание сырого протеина по вариантам опыта (32,3 %) было при включении в предпосевную обработку семян сульфата марганца.

Таблица 4 – Влияние макро-, микроудобрений, бактериальных препаратов и регуляторов роста на кормовую продуктивность люпина узколистного сорта Ян, 2011-2013 гг.

Вариант	Содержание сырого протеина, %	Сбор сырого протеина, ц/га	Выход переваримого протеина, ц/га	Обеспеченность 1 к. ед. переваримым протеином, г	Сумма аминокислот, г/кг	
					критических	незаменимых
1. Контроль (без удобрений)	28,6	5,3	4,5	208,3	19,75	63,17
2. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀	28,9	6,1	5,1	209,9	22,02	66,80
3. N ₃₀ K ₉₀	29,3	6,2	5,2	213,1	22,57	67,85
4. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимофос + Сапронит	29,4	6,5	5,5	215,7	24,30	70,55
5. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин (фон)	30,1	7,0	5,9	218,5	25,40	73,13
6. Фон + ЖКУ	31,1	8,5	7,2	227,8	27,83	81,18
7. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин-К	30,2	7,1	6,0	221,4	25,60	73,47
8. N ₃₀ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин-Н	30,3	7,2	6,1	221,8	25,74	73,65
9. Фон + CuSO ₄ · 5H ₂ O	31,3	8,5	7,3	230,3	26,14	79,08
10. Фон + Cu (хелат)	31,3	8,3	7,1	229,8	27,46	79,65
11. Фон + ZnSO ₄ · 7H ₂ O	31,0	8,0	6,8	228,2	26,09	76,96
12. Фон+ Zn (хелат)	31,0	8,2	7,0	228,0	26,29	78,11
13. Фон + Na ₃ [Co(NO ₂) ₆]	31,6	8,3	7,0	231,0	29,26	87,50
14. Фон + Co (хелат)	31,9	9,4	8,0	234,6	30,34	91,51
15. Фон + MnSO ₄ · 5H ₂ O	32,4	9,1	7,7	236,9	29,49	91,32
НСР ₀₅	0,56					

Применение макро- и микроудобрений, бактериальных препаратов, а также регуляторов роста способствовало значительному увеличению выхода сырого белка с 1 га. Обработка посевов жидким комплексным удобрением по сравнению с фоном $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин увеличивала в среднем за 2011-2013 гг. выход сырого протеина на 1,5 ц/га. Выход сырого протеина в фоновом варианте составил 7 ц/га. Инкрустация семян сульфатом меди, цинка и марганца повышала выход сырого белка в среднем за 3 года на 1,5, 0,9 и 2,1 ц/га соответственно. Максимальный выход сырого протеина (9,4 ц/га) наблюдался при применении хелатной формы кобальта.

Максимальным выход переваримого протеина был в вариантах с применением микроэлементов Co (хелат), $MnSO_4 \cdot 5H_2O$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ – 8,0; 7,7; 7,3 ц/га соответственно. Высоким выход переваримого протеина был варианте с некорневой подкормкой ЖКУ – 7 ц/га.

Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином по сорту Ян была высокой во всех вариантах опыта и колебалась в пределах от 208,3 г на контрольном варианте (без удобрений) до 236,9 г при применении сульфата марганца в предпосевной обработке семян на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос +Сапронит+Эпин. При инокуляции семян бактериальными удобрениями Фитостимифос и Сапронит и инкрустации Эпином по сравнению с фоном $N_{30}P_{30}K_{90}$ обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином возросла на 5,8 и 8,6 г. Применение микроэлементов оказало положительное влияние на увеличение обеспеченности кормовой единицы переваримым протеином, по отношению к фоновому варианту оно составило 9,5-18,4 г. Прослеживается тенденция к увеличению обеспеченности 1 к. ед. г переваримого протеина и при некорневой подкормке жидким комплексным удобрением, превышение относительно фонового варианта составило 9,3 г.

Результаты исследований показали, что в белке люпина узколистного сорта Ян высокое содержание лейцина (17,78-24,58 г/кг), лизина (9,39-17,01 г/кг), изолейцина (8,98-13,14 г/кг) и невысокое содержание метионина (1,97-2,96 г/кг). Сумма критических аминокислот составила 19,75-30,34 г/кг, незаменимых – 63,17-91,32 г/ кг по вариантам опыта. Наибольшее содержание незаменимых аминокислот в зерне отмечено варианте с предпосевной обработкой семян хелатной формой кобальта – 91,51 г/кг. В вышеуказанном варианте сумма критических аминокислот так же была наибольшей по опыту – 30,34 г/кг.

Высокое содержание критических и незаменимых аминокислот обеспечивала инкрустация семян сульфатом марганца на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит+Эпин, которое составило – 29,49 и 91,32 г/кг соответственно.

Энергетическая и экономическая оценка применения макро-, микроудобрений, бактериальных препаратов и регуляторов роста при возделывании люпина узколистного

В варианте с применением азотных, фосфорных и калийных удобрений ($N_{30}P_{30}K_{90}$) у люпина узколистного сорта Першацвет отмечены наименьшие экономические показатели по опыту. В этом варианте отмечены невысокие производственные затраты (50,3 долл. США/га) с небольшой стоимостью дополнительной продукции. Отсюда следует, что экономические показатели в этом варианте были наименьшими по опыту и затраты не окупались прибавкой урожая.

Применение только азотных и калийных удобрений в дозе $N_{30}K_{90}$ повышало стоимость прибавки и чистый доход на 12,6 и 9,8 долл. США/га, рентабельность данного варианта составила 33,2 %.

Применение в предпосевной обработке семян микроэлементов во всех вариантах опыта обеспечивало получение чистого дохода и было рентабельным, величина данного показателя по вариантам опыта с применением микроэлементов находилась в пределах 14,2–83,3 %. Наибольшая стоимость прибавки, производственные затраты и чистый доход отмечены в вариантах с применением хелатной формы кобальта и сульфата меди, которые составили 165,6, 90,4, 75,2 долл. США/га и 163,3, 88,6, 74,7 долл. США/га соответственно. Высокие затраты на приобретение и внесение удобрений, а также на уборку и доработку дополнительной продукции, отмечены в вариантах при применении сульфата марганца (81,5 долл. США/га) и меди в хелатной форме (84,9 долл. США/га). Обработка растений люпина узколистного жидким комплексным удобрением для бобовых повышала чистый доход до 31,1 долл. США/га, а рентабельность при этом составила 40,4 %. У люпина узколистного сорта Першацвет низкие удельные энергозатраты – 613,3 и 617,8 Мж/ц отмечены в вариантах с инкрустацией семян Co (хелат) и $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, биоэнергетический коэффициент составил 2,9 ед. соответственно.

Люпин узколистный отмечается слабой отзывчивостью на применение минеральных удобрений. В варианте с применением минеральных удобрений ($N_{30}P_{30}K_{90}$) на сорте Ян в среднем за 2011–2013 гг. в связи с меньшей прибавкой урожайности (2,3 ц/га) отмечена самая низкая стоимость прибавки (26,5 долл. США/га). Обработка посевов люпина узколистного сорта Ян ЖКУ для бобовых на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ +Фитостимофос+ Сапронит+Эпин обеспечила возрастание стоимости прибавки на 11,3 долл. США/га, чистого дохода – на 26,9 долл. США/га, при рентабельности 36,8 %. Максимальная рентабельность (56,8 %) наблюдалась в варианте с включением в предпосевную

обработку семян хелатной формы кобальта. Повышалась экономическая эффективность применения удобрений и при инкрустации семян сульфатом марганца, чистый доход и рентабельность в данном варианте составили соответственно 33,8 долл. США/га и 45,4 %.

В вариантах при применении Со (хелат) и $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин удельные энергозатраты составили 720,09 и 823,19 Мж/ц, биоэнергетический коэффициент – 2,51 и 2,19 ед. соответственно.

Применение цинковых микроудобрений в 2011–2013 гг. исследований увеличивало условно чистый доход по отношению к фону $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин на 6,8–9,5 долл. США/га, при рентабельности по вариантам на 19,1–27,4 %. При использовании сульфата меди в среднем за три года исследований общие затраты составили 72,7 долл. США/га, чистый доход 27,3 долл. США/га, рентабельность 37,6 %, превышая фон, где данное микроудобрение не применялось на 10,9 долл. США/га.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Применение на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве инкрустации семян хелатной формой кобальта, сульфата марганца совместно с регулятором роста Эпин и бактериальными удобрениями Фитостимофос и Сапронит на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ по сравнению с фоновым вариантом увеличивало у сорта Першацивет высоту растений в фазе полной спелости с 51 до 56,6 и 55,1 см соответственно, накопление сухого вещества – на 50,2 и 45,2 %. Применение на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин кобальта в хелатной форме повышало в фазе полной спелости содержание азота, фосфора, калия относительно фона на 0,67, 0,13 и 0,68 % соответственно [5; 10; 22; 29].

Наибольшее увеличение содержания сухого вещества (на 44,7 и 49,7 %) в фазе полной спелости у сорта Ян было в вариантах с применением в предпосевной обработке семян кобальта в хелатной форме и сульфата марганца на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин при высоте растений люпина узколистного 60,8 и 62,3 см соответственно [5; 10; 22].

Наибольшая концентрация элементов питания на момент последнего учета у сорта Ян отмечалась при инкрустации семян хелатной формой кобальта на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин. Содержание азота составило 3,11 %, фосфора – 0,7 %, калия – 1,95 % [5; 10; 22].

2. Наибольшая урожайность зерна (31,6 ц/га) у сорта Першацвет была получена при введении в инкрустационный состав хелатной формы кобальта на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин при окупаемости 1 кг НРК 9,6 кг зерна. Накопление азота при этой системе удобрения люпина узколистного составило 180,6 кг/га, фосфора – 44,8 кг/га, калия – 121 кг/га и было наибольшим в опыте. Удельный вынос НРК равнялся 56,9, 14,3, 38,9 кг/т соответственно [1; 2; 3; 6; 7; 9; 11; 12; 15; 16; 17; 20; 21; 24; 25; 26; 27; 28; 30; 31; 32; 33].

Комплексное применение в предпосевной обработке семян кобальта в хелатной форме, сульфата марганца с бактериальными удобрениями и регулятором роста растений на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ обеспечило прибавку урожайности зерна у сорта Ян в 7,2 и 6,3 ц/га соответственно. Окупаемость 1 кг НРК повышалась относительно фонового варианта на 4,1 и 3,2 кг зерна. Накопление азота при данных системах удобрения люпина узколистного возрастало до 167,2 и 161,2 кг/га, фосфора – 45,4 и 42,9 кг/га, калия – 132,6 и 123,8 кг/га соответственно, удельный вынос НРК равнялся 57 и 57,9 кг/т, 15,6 и 15,6 кг/т, 45,6 и 44,9 кг/т соответственно [3; 6; 7; 9; 12; 14; 15; 16; 20; 25; 26; 27; 28; 31; 34].

Некорневая подкормка ЖКУ марки 5-7-10 0,15(В)-0,01 (Мо) в фазе бутонизации повышала урожайность зерна у сорта Першацвет по отношению к фону на 3,7 ц/га (с 22,9 до 26,6 ц/га). Прибавка урожайности по отношению к фоновому варианту $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин при некорневой подкормке ЖКУ с бором и молибденом у сорта Ян составила 4,1 ц/га [4; 6; 13].

3. Высокое содержание сырого протеина (32,3 %), критических и незаменимых аминокислот (27,31 и 83,63 г/кг соответственно), обеспеченность 1 кормовой единицы переваримым протеином в 237,1 г, высокую энергетическую ценность корма (выход обменной энергии – 40,67 ГДж/га) у сорта Першацвет обеспечила предпосевная обработка семян Со (хелат) + $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин [1; 2; 3; 6; 7; 9; 11; 12; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 24; 25; 26; 27; 28; 30; 31; 32; 33].

Качество зерна сорта Ян существенно возрастало при обработке семян хелатной формой кобальта и сульфатом марганца. Применение их на фоне $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин повышало содержание сырого протеина на 1,8 и 2,3 %, обеспеченность 1 кормовой единицы переваримым протеином на 16,1 и 18,4 г соответственно. В данных вариантах опыта отмечена и высокая энергетическая ценность корма – выход обменной энергии составил 37,68 и 35,99 ГДж/га соответственно [3; 6; 7; 9; 12; 15; 16; 20; 23; 25; 26; 27; 28; 31; 34].

Некорневая подкормка ЖКУ марки 5-7-10 0,15(В)-0,01 (Мо) в фазе бутонизации у сорта Першацвет увеличивала выход переваримого протеина на 1,1 ц/га, повышала содержание критических и незаменимых аминокислот (+2,29 и 3,87 г/кг к фону) обеспеченность 1 кед. переваримым протеином составила 220,1 г; содержание обменной энергии 12,68 МДж/кг. У сорта Ян содержание при некорневой подкормке ЖКУ с бором и молибденом содержание сырого протеина составило 31,1 %, обеспеченность 1 кормовой единицы переваримым протеином – 227,8 г, содержание критических аминокислот – 27,83 г/кг, незаменимых – 81,18 г/кг, содержание обменной энергии – 12,77 МДж/кг [3; 9; 13].

4. У люпина узколистного сорта Першацвет более экономически эффективны варианты с инкрустацией семян Со (хелат) и $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, в которых чистый доход составил 75,2 и 74,7 долл. США/га и рентабельность – 83,3 и 84,3 %, удельные энергозатраты – 613,3 и 617,8 Мж/ц, биоэнергетический коэффициент – 2,9 ед. соответственно. У сорта Ян оптимальная система удобрения была в вариантах при применении Со (хелат) и $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ на фоне $\text{N}_{30}\text{P}_{30}\text{K}_{90}$ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин, в которых чистый доход составил 45 и 33,8 долл. США/га при рентабельности 56,8 и 45,4 %, удельные энергозатраты – 720,09 и 823,19 Мж/ц, биоэнергетический коэффициент – 2,51 и 2,19 ед. соответственно [8].

Применение жидкого комплексного удобрения для бобовых марки 5-7-10 0,15(В)-0,01 (Мо) экономически эффективно. На сорте Першацвет чистый доход составил 31,1 долл. США/га и рентабельность – 40,4 %, на сорте Ян – 26,9 долл. США /га и рентабельность – 36,8 %, при высоком коэффициенте энергоотдачи (более 2,0 ед.) [8].

Рекомендации по практическому использованию результатов

1. Для получения высокой урожайности зерна люпина узколистного (более 3 т/га) с хорошими показателями качества на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве рекомендуется инкрустация семян кобальтом (75 г д.в/т) и (или) марганцем (150 г д. в/т) на фоне применения $\text{N}_{30}\text{P}_{30}\text{K}_{90}$ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин.

2. На фоне применения $\text{N}_{30}\text{P}_{30}\text{K}_{90}$ + Фитостимофос + Сапронит + Эпин эффективным приемом при возделывании люпина узколистного является некорневая подкормка в фазе бутонизации ЖКУ марки 5-7-10 0,15(В)-0,01 (Мо) в дозе 3 л/га.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

Статьи, опубликованные в научных изданиях, включенных в Перечень ВАК Республики Беларусь

1. Персикова, Т. Ф. Оценка условий питания при возделывании люпина узколистного на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах / Т. Ф. Персикова, **М. Л. Радкевич** // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2014. – № 2. – С. 117–121.

2. Персикова, Т. Ф. Кормовая продуктивность посевов люпина узколистного и биологическая ценность зерна в зависимости от условий питания / Т. Ф. Персикова, **М. Л. Радкевич** // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2015. – № 2. – С. 100–104.

3. Персикова, Т. Ф. Сортотзывчивость люпина узколистного на условия питания при возделывании на дерново-подзолистых почвах северо-востока Беларуси / Т. Ф. Персикова, **М. Л. Радкевич** // Агротехн. вестн. – 2015. – № 4. – С. 9–12.

4. **Радкевич, М. Л.** Влияние микроэлементов, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений на показатели структуры урожайности люпина узколистного / Т. Ф. Персикова, **М. Л. Радкевич** // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2017. – № 2. – С. 37–40.

5. **Радкевич, М. Л.** Накопление сухого вещества и линейный рост растений люпина узколистного в зависимости от условий питания / **М. Л. Радкевич** // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2018 – № 2. – С. 125–129.

6. Персикова, Т. Ф. Влияние условий питания на химический состав продукции и вынос элементов питания люпином узколистным / Т. Ф. Персикова, **М. Л. Радкевич** // Почвоведение и агрохимия. – 2018. – № 1 (60). – С. 211–220.

7. Персикова, Т. Ф. Влияние условий питания на урожайность и качественный состав зерна люпина узколистного при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в условиях северо-востока Беларуси / Т. Ф. Персикова, **М. Л. Радкевич** // Земледелие и защита растений. – 2018. – № 6 (120). – С. 12–15.

8. **Радкевич, М. Л.** Агрономическая, энергетическая и экономическая оценка условий питания при возделывании люпина узколистного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / **М. Л. Радкевич** // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2020. – № 2. – С. 96–100.

9. **Радкевич, М. Л.** Влияние макро-, микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений на урожайность и качество семян

люпина узколистного / **М. Л. Радкевич** // Земледелие и растениеводство. – 2020. – № 5(132). – С. 31–35.

10. Персикова, Т. Ф. Динамика накопления основных элементов питания в надземной биомассе в период вегетации и урожайность люпина узколистного в зависимости от макро-, микроудобрений, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений / Т. Ф. Персикова, **М. Л. Радкевич** // Земледелие и растениеводство. – 2021. – № 1 (134). – С. 14–18.

Материалы научно-практических конференций

11. Персикова, Т. Ф. Отзывчивость люпина узколистного сорта Першацвет на условия питания / Т. Ф. Персикова, **М. Л. Радкевич** // Современные технологии сельскохозяйственного производства: материалы XVI Международ. науч.-практ. конф. – Гродно, 2013. – С. 120–122.

12. Персикова, Т. Ф. Урожайность и качество зерна люпина узколистного в зависимости от применения микроэлементов в условиях северо-востока Беларуси / Т.Ф. Персикова, **М.Л. Радкевич** // Современные энерго-, ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр., г. Рязань, 2014. – Вып.1. – С. 333–336.

13. **Радкевич, М. Л.** Эффективность жидкого комплексного удобрения при возделывании люпина узколистного в условиях северо-востока Беларуси / **М. Л. Радкевич**, Т. Ф. Персикова // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК : материалы XI Междуна. науч.конф., Брянск : Изд-во Брянской ГСХА, 2014. – С. 154–156.

14. Персикова, Т. Ф. Эффективность применения кобальта при возделывании люпина узколистного / Т. Ф. Персикова, **М. Л. Радкевич** // Поиск инновационных путей развития земледелия в современных условиях : материалы Международ. науч.-практ. конф., посвящ.70-летию Волгогр. гос. аграр. ун-та и кафедры земледелия и агрохимии, Волгоград 14 мая 2014 г. / кол. авт. – Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгогр. ГАУ, 2014. – С. 383–388.

15. Персикова, Т. Ф. Влияние микроэлементов в хелатной форме на урожайность и качество зерна люпина узколистного /Т. Ф. Персикова, **М. Л. Радкевич** // Материалы Международ. интернет-конф., посвящ. 95-летию со дня образования кафедры почвоведения, земледелия и агрохимии ЛНАУ и Международ. дню агрохимика, 9–14 июня 2014 г. – Львов, 2014. – С. 293–301.

16. Персикова, Т. Ф. Урожайность и качество зерна люпина узколистного в зависимости от условий питания на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве/ Т. Ф. Персикова, **М. Л. Радкевич** // Материалы третьей Меж-

дунар. науч. конф., посвящ. 145-й годовщине Болгарской акад. наук, – Шумен, 2014. – С. 286–292.

17. Персикова, Т. Ф. Влияние микроэлементов на урожайность и качество люпина узколистного в условиях дерново-подзолистых почв Беларуси / Т. Ф. Персикова, **М. Л. Радкевич** // Проблемы повышения конкурентоспособности и эффективности аграрного сектора в рамках Всемирной Торговой Организации и Таможенного союза : материалы Междунар. науч.-практ. конф. Вып. 8. – Казань: Издательство «ЗнакС» – 2014. – С. 230–235.

18. **Радкевич М. Л.** Аминокислотный состав белка зерна люпина узколистного в зависимости от условий питания / **М.Л. Радкевич** // Молодежь и инновации – 2015 : материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Горки, 27–29 мая 2015 г.: / редкол. : П. А. Саскевич (гл. ред.) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2015. – Ч. 1. – С. 122–125.

19. Персикова, Т. Ф. Качество и биологическая ценность зерна люпина узколистного в зависимости от применения микроэлементов, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений / Т.Ф. Персикова, **М. Л. Радкевич** // материалы Междунар. науч.-практ. конф. и V съезда почвоведов и агрохимиков, Минск. 22–26 июня 2015 г.: / редкол.: В. В. Лапа (гл. ред.) [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2015. – Ч. 2. – С. 194–197.

20. **Радкевич, М. Л.** Комплексное применение микроэлементов, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений в предпосевной обработке семян люпина узколистного / М.Л. Радкевич // Управление питанием растений и почвенным плодородием: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рож. А. А. Каликинского, д-ра с.-х. наук, проф., заслуж. работника высш. шк. БССР, Горки, 21–22 октября 2015 г. – Горки, 2015. – С. 115–117.

21. Персикова, Т. Ф. Предпосевная обработка семян – важный этап в технологии возделывания люпина узколистного / Т. Ф. Персикова, **М. Л. Радкевич** // Роль отрасли семеноводства в обеспечении продовольственной безопасности : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Душанбе, 2015. – С. 225–226.

22. **Радкевич, М. Л.** Продолжительность вегетации и межфазных периодов у сортов люпина узколистного при возделывании в условиях северо-восточной части Беларуси / М. Л. Радкевич // Почва – удобрение – урожай: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию кафедр почвоведения и агрохимии Белорус. гос. с.-х. акад. и 110-летию со дня рожд. заслуж. деятеля науки БССР, д-ра с.-х. наук, проф. Р. Т. Вильдфлуша, Горки, 11–12 окт. 2016 г. / Белорус. гос. с.-х. акад. ; редкол.: И. Р. Вильдфлуш (отв. ред.) [и др.]. – Горки, 2017. – С. 178–179.

23. **Радкевич, М. Л.** Биологическая ценность белка люпина узколистного / Т. Ф. Персикова, **М. Л. Радкевич** // Социально-гигиенический мониторинг здоровья населения: материалы 20-й Всерос. науч.-практ. конф. с Междунар. участием / под. ред. заслуж. работника высш. шк. РФ, д-ра мед. наук, проф. В. А. Кирюшина. – Рязань : РязГМУ, 2016. – Вып. 20. – С. 213–218.

24. **Радкевич, М. Л.** Химический состав зерна и соломы люпина узколистного в зависимости от условий питания / **М.Л. Радкевич** // Эволюция и деградация почвенного покрова : сб. науч. ст. по материалам V Междунар. науч. конф. – Ставрополь : СЕКВОЙЯ, 2017г. – С. 125–127.

25. **Радкевич, М. Л.** Эффективность применения макроудобрений при возделывании люпина узколистного/ **М.Л. Радкевич** // Агроэкологические и экономические аспекты применения средств химизации в условиях биологизации и экологизации сельскохозяйственного производства: материалы 52-й Междунар. науч. конф. молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов, посвящ. 200-летию со дня рожд. проф. Ярослава Альбертовича Линовского (ВНИИА) / под ред. акад. РАН В. Г. Сычева. – М., 2018. – С. 161–163.

26. Персикова, Т.Ф. Эффективность применения бактериальных препаратов при возделывании люпина узколистного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / Т.Ф. Персикова, **М.Л. Радкевич** // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности : сб. ст. по материалам Междунар. науч. экол. конф. / сост. Л. С. Новопольцева; под ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – С.499–501.

27. **Радкевич, М.Л.** Инкрустация семян – обязательный агрохимический прием в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / **М.Л. Радкевич** // Энтузиасты аграрной науки : сб. ст. по материалам Междунар. конф. / отв. за вып. А. Х. Шеуджен. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – Вып. 21. – С. 102–105.

28. **Радкевич, М. Л.** Микроэлементы как фактор повышения продуктивности люпина узколистного / **М.Л. Радкевич** // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрения: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти ученых: Анны Ивановны Горбылевой, Юрия Павловича Сиротина и Вадима Ивановича Тюльпанова / редкол.: Т. Ф. Персикова (отв. ред.) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2019. – С. 352–354.

29. **Радкевич, М. Л.** Влияние макро- и микроудобрений, бактериальных удобрений и регуляторов роста на динамику потребления элементов питания люпином узколистным / **М.Л. Радкевич** // Актуальные проблемы агрономии: сб. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 180-летию образования БГСХА и 95-летию агрономического факультета. – Горки : БГСХА, 2020. – С. 51–54.

30. **Радкевич, М. Л.** Оптимизация системы удобрения люпина узколистного в условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв Беларуси / **М.Л. Радкевич** // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии : сб. докл. XXIII Международ. науч.-техн. конф., Минск, 1 окт. 2020 г. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.] ; редкол.: П. П. Казакевич [и др.]. – Минск : Белорус. наука, 2020. – С. 91–94.

31. **Радкевич, М. Л.** Особенности удобрения люпина узколистного при возделывании на зерно в условиях северо-востока Беларуси / **М. Л. Радкевич** // Роль вузовской науки в развитии агропромышленного комплекса: материалы Международ. науч.-практ. конф. под общ. ред. В. И. Титовой. – Н. Новгород : Нижегородская ГСХА, 2021. – С. 225–228.

Тезисы докладов

32. **Радкевич, М. Л.** Совершенствование системы удобрения люпина узколистного в условиях северо-востока Беларуси / **М. Л. Радкевич, Т. Ф. Персикова** // Фундаментальные исследования по созданию новых средств химизации и наследие академика Д.Н. Прянишникова : тезисы докл. Международ. науч.-практ. конф., посвящ. 150-летию юбилею акад. Д. Н. Прянишникова / Рос. акад. наук [и др.]. – М. : ВНИИА, 2015. – С. 349–352.

Рекомендации производству

33. Комплексное применение микроэлементов, регуляторов роста растений и бактериальных удобрений в предпосевной обработке семян проса и люпина узколистного / Т. Ф. Персикова, Ю. В. Коготько, **М. Л. Радкевич**. – Горки: БГСХА, 2015. – 24 с.

34. Применение микроудобрений и регуляторов роста в интенсивном земледелии: рекомендации / И. Р. Вильдфлуш, Т. Ф. Персикова, А. Р. Цыганов, П. А. Саскевич, А. С. Мастеров, О. И. Чикида, О. И. Мишура, **М. Л. Радкевич**, Ю. В. Коготько, О. В. Мурзова [и др.]. – Горки : БГСХА, 2015. – 45 с.

РЕЗЮМЕ

Радкевич Марина Леонидовна

Влияние минерального питания и регуляторов роста на урожайность, качество зерна люпина узколистного на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

Ключевые слова: люпин узколистный, удобрения, урожайность, качество, микроэлементы, инкрустация.

Цель исследований: усовершенствовать систему удобрения люпина узколистного на основе комплексного применения микроэлементов, бактериальных препаратов и регуляторов роста растений в предпосевной обработке семян, некорневой подкормки жидким комплексным удобрением на минеральном фоне, обеспечивающую высокую урожайность и качество зерна.

Методы проведения исследований: работа выполнена путем постановки полевых опытов. Лабораторный анализ, статистическая обработка и экономический анализ полученных данных проводились по общепринятым методикам.

Полученные результаты и их новизна: впервые в условиях дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы изучено действие микроэлементов в минеральной и хелатной формах, применяемых при инкрустации семян люпина узколистного, на продукционные процессы, урожайность, качественные показатели зерна.

Установлена высокая эффективность инкрустации семян кобальтом, марганцем и медью совместно с регулятором роста и бактериальными удобрениями на минеральном фоне. Высокоэффективным приемом при возделывании люпина узколистного является некорневая подкормка жидким комплексным удобрением марки ЖКУ 5-7-10 0,15(В)-0,01 (Мо).

Рекомендации по использованию:

1. Для получения высокой урожайности зерна люпина узколистного (более 3 т/га) с хорошими показателями качества на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве рекомендуется инкрустация семян кобальтом (75 г д.в./т) и (или) марганцем (150 г д.в./т) на фоне применения $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин.

2. На фоне применения $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос + Сапронит + Эпин эффективным приемом при возделывании люпина узколистного является некорневая подкормка в фазу бутонизации ЖКУ для бобовых марки 5-7-10 0,15(В)-0,01 (Мо) в дозе 3 л/га.

Область применения: отрасль растениеводства, сельскохозяйственные предприятия, сельскохозяйственные научные учреждения, высшие и средние учебные заведения.

РЭЗІЮМЭ

Радкевіч Марына Леанідаўна

Уплыў мінеральнага харчавання і рэгулятараў росту на ўраджайнасць, якасць збожжа лубіна вузкалістага на дзярнова-падзолістай лёгкасуглінкавай глебе

Ключавыя словы: лубін вузкалісты, угнаенні, ураджайнасць, якасць, мікраэлементаў, інкрустацыя.

Мэта даследаванняў: удасканаліць сістэму ўгнаення лубіна вузкалістага на аснове комплекснага прымянення мікраэлементаў, бактэрыяльных прэпаратаў і рэгулятараў росту раслін у перадпасяўной апрацоўцы насення, некаранёвага падкорму вадкім комплексным угнаеннем на мінеральным фоне, якая забяспечвае высокую ўраджайнасць і якасць збожжа.

Метады правядзення даследаванняў: работа выканана шляхам пастаноўкі палявых даследаў. Лабараторны аналіз, статыстычная апрацоўка і эканамічны аналіз атрыманых дадзеных праводзіліся па агульнапрынятых метадыках.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: упершыню ва ўмовах дзярнова-падзолістай лёгкасуглінкавай глебы вывучана дзеянне мікраэлементаў у мінеральнай і хелатнай формах, якія ўжываюцца пры інкрустацыі насення лубіна вузкалістага, на прадукцыйныя працэсы, ураджайнасць, якасныя паказчыкі збожжа.

Устаноўлена высокая эфектыўнасць інкрустацыі насення кобальтам, марганцам і меддзю сумесна з рэгулятарам росту і бактэрыяльнымі ўгнаеннямі на мінеральным фоне. Высокаэфектыўным прыёмам пры апрацоўцы лубіна вузкалістага з'яўляецца некаранёвая падкормка вадкім комплексным угнаеннем маркі ЖКУ 5-7-10 0,15 (В)-0,01 (Мо).

Рэкамендацыі па выкарыстанні:

1. Для атрымання высокай ураджайнасці збожжа лубіна вузкалістага (больш за 3 т/га) з добрымі паказчыкамі якасці на дзярнова-падзолістай лёгкасуглінкавай глебе рэкамендуецца інкрустацыя насення кобальтам (75 г д.р./т) і (ці) марганцам (150 г д.р./т) на фоне прымянення $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фітастымафос + Сапраніт + Эпін.

2. На фоне прымянення $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Фітастымафос + Сапраніт + Эпін эфектыўным прыёмам пры апрацоўцы лубіна вузкалістага з'яўляецца некаранёвая падкормка ў фазе бутанізацыі ЖКУ для бабовых маркі 5-7-10 0,15(В)-0,01 (Мо) у дозе /га.

Галіна прымянення: галіна раслінаводства, сельскагаспадарчыя прадпрыемствы, сельскагаспадарчыя навуковыя ўстановы, вышэйшыя і сярэднія навучальныя ўстановы.

SUMMARY

Radkevich Maryna Leonidovna

The influence of mineral nutrition and growth regulators on the yield and grain quality of angustifolia lupine on sod-podzolic soil light loamy soil

Key words: angustifolia lupine, fertilizers, productivity, quality, microelements, inlay.

The purpose of the study: to improve the fertilization system for narrow-leaved lupine based on the integrated use of microelements, bacterial preparations and plant growth regulators in pre-sowing seed treatment, foliar feeding with liquid complex fertilizer on a mineral background, ensuring high yield and grain quality.

Research methods: the work was carried out by conducting field experiments. Laboratory analysis, statistical processing and economic analysis of the obtained data were carried out using generally accepted methods.

The results obtained and their novelty: For the first time, in the conditions of sod-podzolic light loamy soil, the effect of microelements in mineral and chelate forms, used for inlaying the seeds of angustifolia lupine, on production processes, yield, and quality indicators of grain was studied.

The high efficiency of seed inlay with cobalt, manganese and copper together with a growth regulator and bacterial fertilizers on a mineral background has been established. A highly effective technique for cultivating angustifolia lupine is foliar feeding with liquid complex fertilizer ZHKU 5-7-10 0.15 (B) -0,01 (Mo).

Recommendations for practical use:

1. To obtain a high grain yield of angustifolia lupine (more than 3 t/ha) with good quality indicators on sod-podzolic light loamy soil, it is recommended to inlay the seeds with cobalt (75 g a.i./t) and (or) manganese (150 g a.i.). v./t) against the background of the use of $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Fitostimophos + Saprinit + Epin.

2. Against the background of the use of $N_{30}P_{30}K_{90}$ + Fitostimophos + Saprinit + Epin, an effective method for cultivating angustifolia lupine is foliar feeding during the budding phase with liquid fertilizers for legumes grade 5-7-10 0.15 (B) -0.01 (Mo) in a dose of 3 l/ha.

Field of application: crop production industry, agricultural enterprises, agricultural scientific institutions, higher and secondary educational institutions.



Радкевич Марина Леонидовна

Влияние минерального питания и регуляторов
роста на урожайность и качество зерна
люпина узколистного на дерново-подзолистой
легкосуглинистой почве

Подписано в печать 09.02.2024. Формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,85. Тираж 60 экз. Заказ 4.

Полиграфическое исполнение:

Государственное предприятие

«Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси».

Ул. Казинца, 103, 220108, Минск