



**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ФГБНУ «Курский ФАНЦ»,  
доктор сельскохозяйственных наук

А.В. Гостев

август 2022 г.

### **ОТЗЫВ**

ведущей организации федерального государственного бюджетного научного учреждения «Курский федеральный аграрный научный центр» на диссертационную работу Жарковой Натальи Николаевны «Диагностика и оптимизация минерального питания, эффективности микроудобрений многолетних лекарственных растений на лугово-черноземной почве в условиях южной лесостепи Западной Сибири», представленную на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04 – агрохимия (сельскохозяйственные науки) в диссертационный совет Д 220.005.01 на базе ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

**Актуальность темы.** Одной из важнейших проблем сельскохозяйственной науки является обеспечение устойчивого и эффективного функционирования агроценозов. Успешное её решение в современных условиях неразрывно связано с научно-обоснованным применением в системах земледелия средств химизации и, прежде всего, минеральных макро- и микроудобрений, обеспечивающих достижение высокой агрономической, экологической и экономической эффективности. При этом учет почвенно-климатических особенностей конкретных территорий и биологических особенностей выращиваемых культур имеет первоочередное значение. В той связи, исследования, посвященные диагностики и оптимизации минерального питания сельскохозяйственных культур, в том числе и таких специфических, как лекарственные растения, выполненные с учетом региональной специфики и особенностей потребления растениями элементов минерального питания, являются очень актуальными.

**Цель исследований** – разработать научно обоснованную интеграционную систему диагностики и оптимизации минерального питания, эффективности микроудобрений в системе почва – многолетние лекарственные растения (тысячелистник обыкновенный, пижма обыкновенная, эхинацея пурпурная) в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Цель, поставленная автором работы, и круг обозначенных задач позволяет заключить, что настоящая работа отличается научной новизной и имеет практическую значимость.



**Научная новизна исследований** впервые в условиях южной лесостепи Западной Сибири разработана научно обоснованная интеграционная система диагностики и оптимизации минерального питания, эффективности микроудобрений в системе почва – многолетние лекарственные растения, позволяющая повышать их продуктивность и управлять качеством лекарственного сырья, с целью усиления фармакологических эффектов.

Впервые на основе системного подхода изучено влияние и установлены математические закономерности действия и последствия ацетатных форм цинковых и медных удобрений на продуктивность и качество многолетних лекарственных культур (тысячелистник обыкновенный, пижма обыкновенная, эхинацея пурпурная), содержание и соотношение ряда макро- и микроэлементов в лугово-черноземной почве и растениях в основные фазы их роста и развития, получены нормативные физиолого-агрохимические характеристики, позволяющие оптимизировать микроэлементное питание лекарственных растений на основе принципов единого комплексного метода «Интегральная система почвенно-растительной оперативной диагностики (ИСПРОД)». Определены оптимальное и предельное содержание и соотношение микроэлементов в системе почва – лекарственные растения с учетом агроэкологических условий региона.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Теоретическая значимость результатов исследований Жарковой Н.Н. заключается в разработке научно обоснованной системы диагностики и оптимизации минерального питания, эффективности цинковых и медных удобрений при выращивании многолетних лекарственных культур (тысячелистник обыкновенный, пижма обыкновенная, эхинацея пурпурная) на лугово-черноземной почве в условиях южной лесостепи Западной Сибири, обеспечивающих повышение урожайности и улучшение качества лекарственного сырья при высоких показателях экономической и биоэнергетической эффективности.

Практическая значимость заключается в том, что автором даны рекомендации, включающие агрохимические приемы возделывания многолетних лекарственных культур на лугово-черноземной почве юга Западной Сибири, позволяющие увеличивать урожайность изучаемых культур, а также повышать их качество.

Результаты, полученные в процессе проведённых исследований, являются практической и теоретической основой совершенствования технологии возделывания многолетних лекарственных культур, могут быть рекомендованы к использованию специализированными сельскохозяйственными предприятиями при промышленном выращивании данных лекарственных растений в условиях юга Западной Сибири.

**Степень достоверности и апробация результатов работы.** Основные положения, выводы, заключение и практические рекомендации, сформулированные в диссертации теоретически обоснованы глубокой проработкой классической, современной и зарубежной литературы.

Степень достоверности подтверждена значительным объемом экспериментального материала, полученного в результате многолетних полевых



опытов с удобрениями лекарственных культур, лабораторных исследований, статистической обработкой большого объема полученных данных.

Основные результаты исследований излагались и обсуждались на региональных, всероссийских и международных научно-практических конференциях, форумах и конференциях профессорско-преподавательского состава и аспирантов ФГБОУ ВО Омский ГАУ (2008-2015 гг.).

**Публикации.** По материалам исследований опубликовано 48 работ, в том числе 19 – в ведущих научных изданиях и журналах, перечень которых утвержден ВАК Министерства образования Российской Федерации, из них 3 работы в журналах, входящих в международную базу Scopus и Web of Science.

**Личный вклад автора** состоит в самостоятельном сборе и обработке фактического материала, его анализе, непосредственном участии в закладке и проведении полевых опытов, лабораторных анализов почвенных и растительных проб, обработке экспериментального материала, анализе и интерпретации полученных результатов, формулировке научных положений и выводов, подготовке научных публикаций, написании и оформлении текста диссертации.

**Объем и структура диссертации.** Диссертационная работа включает: введение, обзор литературы, объекты, условия и методику исследований, результаты работы, заключение, рекомендации производству и перспективы дальнейших исследований, список сокращений, список литературы, приложения.

Диссертация изложена на 426 страницах основного текста, состоит из введения, 7 глав, выводов, практических рекомендаций, 71 приложения, содержит 118 таблиц, 18 рисунков. Библиографический список включает 648 источников, в том числе 276 – на иностранном языке.

Серьезных замечаний к оформлению текста работы и списка литературы нет. Представленная диссертация и автореферат Жарковой Натальи Николаевны изложены в соответствии с действующими требованиями по структуре и оформлению и отвечают основным требованиям ВАК Минобрнауки России.

Во **введении** автор обосновывает актуальность темы диссертации, формулирует цели и задачи исследований, приводит научную новизну работы, определяет теоретическую и практическую значимость результатов исследований и их реализацию, основные положения, выносимые на защиту.

**Первая глава** (обзор литературы) изложена на 44 страницах, представляет собой обзор научной литературы с привлечением большого объема имеющейся информации по тематике исследования.

**Вторая глава диссертации** посвящена объектам, условиям и методике проведения исследований. Включает описание почвенно-климатических особенностей зоны и непосредственно опытного участка, метеорологические условия в годы проведения исследований, схемы опытов, характеристику применяемых макро- и микроудобрений, агротехнику и перечень методик и наблюдений, использованных в работе.

**Третья глава диссертационной работы** посвящена диагностики потребности многолетних лекарственных растений (тысячелистника обыкновенного, пижмы обыкновенной, эхинацеи пурпурной) в микроудобрениях на основе полевого опыта.



поступившего элемента на химический состав почвы «b» (уравнения 87-126; 135-218), с использованием которых предложены формулы для расчета доз микроудобрений. Предложены уравнения регрессии, позволяющие прогнозировать содержание подвижных форм микроэлементов в почве. Кроме того, установлена высокая зависимость урожайности лекарственных растений от содержания подвижных форм цинка и меди в слое почвы 0-30 см что создало предпосылки к разработке оптимальных уровней содержания и соотношения Zn и Cu, в почве для конкретных величин урожая изучаемых культур с учетом возрастных изменений растительного организма. На основании многолетних полевых опытов определены оптимальные уровни и соотношения макро- и микроэлементов (N-NO<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Zn и Cu) в лугово-черноземной почве, которые позволяют диагностировать эффективность микроудобрений и нормировать их дозы внесения в почву, с целью оптимизации микроэлементного питания тысячелистника обыкновенного, пижмы обыкновенной и эхинацеи пурпурной. В ходе работы автором определены нормативные агрохимические показатели (вынос N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Zn и Cu, КИП, КИУ, ПЭУ, Nm) эффективности применения цинковых и медных удобрений под лекарственные растения – тысячелистник обыкновенный, пижму обыкновенную, эхинацею пурпурную на лугово-черноземной почве, необходимые для расчета потребности лекарственных культур в элементах минерального питания. Использование данных характеристик позволяет научно прогнозировать действие удобрений на химический состав растений и проводить необходимые подкормки, используя формулу листового анализа.

**Глава пятая** отражает химический состав многолетних лекарственных растений при применении микроэлементов.

Автором выявлено, что дефицит эссенциальных микроэлементов в почве привёл к недостатку этих элементов в растениях. Превышения МДУ микроэлементов в среднем за период исследований не отмечалось, кроме содержания железа в растениях тысячелистника и пижмы. В то же время содержание микроэлементов в лекарственных растениях было значительно ниже критических и фитотоксичных значений.

В ходе исследований установленные автором коэффициенты интенсивности действия единицы цинка и меди, внесенных в почву, на содержание в растениях по фазам роста и развития цинка, меди, азота, фосфора и калия позволяют прогнозировать фактическое накопление данных элементов и диагностировать минеральное питание в период вегетации в связи с антропогенным поступлением элементов питания в растения.

В процессе дополнительного поступления цинка и меди в растения тысячелистника обыкновенного, пижмы обыкновенной и эхинацеи пурпурной автором отмечены явления синергизма между ионами цинка и меди. Причем синергические отношения между Cu → Zn характеризовались большими коэффициентами интенсивности действия («b»), чем между Zn → Cu. Разработаны оптимальные агрохимические и физиологические количественные характеристики содержания и соотношения цинка, меди, азота, фосфора, калия в растениях тысячелистника обыкновенного, пижмы обыкновенной и эхинацеи



В результате проведённых многолетних полевых исследований автором было установлено, что применение микроудобрений при возделывании лекарственных растений в условиях низкого содержания подвижных форм цинка и меди в лугово-черноземной почве является эффективным. Так, микроэлементы в системе «удобрения – лекарственные растения» значительно повышают урожайность тысячелистника обыкновенного, пижмы обыкновенной и эхинацеи пурпурной по сравнению с контролем и фоном. Наибольшая урожайность общей биомассы от применения цинковых удобрений в среднем за годы исследований отмечалась в опытах с тысячелистником и пижмой в варианте  $Zn_{60}$ , в опыте с эхинацеей пурпурной  $Zn_{21,4}$  и составила, соответственно, 12,4; 20,2 и 9,9 т/га. При выращивании тысячелистника обыкновенного и эхинацеи пурпурной максимальная средняя урожайность общей биомассы от внесения в почву медных удобрений отмечалась в варианте  $Cu_{9,4-9,7}$ , в опыте с пижмой обыкновенной  $Cu_{7,2}$  и составила соответственно 13,4; 13,2; и 17,8 т/га.

В ходе работы автором были установлены оптимальные дозы цинковых и медных удобрений под тысячелистник обыкновенный (60 и 9,7 кг д.в./га), пижму обыкновенную (60 и 7,2 кг д.в./га) и эхинацею пурпурную (21,4 и 9,4 кг д.в./га), которые могут быть рекомендованы для возделывания лекарственных культур в условиях южной лесостепи Западной Сибири, с целью повышения их продуктивности. Автор указывает, что дозы цинковых удобрений свыше 60 и 21,4 кг д.в./га оказывали ингибирующее действие на биомассу лекарственных растений. В опыте с пижмой обыкновенной внесение в почву меди свыше 7,2 кг д.в./га снижало урожайность растений.

Полученные автором функциональные связи между дозами микроудобрений и урожайностью лекарственных культур указывают на эффективность применения методики расчётных доз цинковых и медных удобрений. Использование метода «ИСПРОД» позволило выявить нормативные агрохимические характеристики связи в системе «удобрение – урожай лекарственных растений», которые можно применять на практике при внесении в почву микроудобрений с учетом содержания подвижных форм микроэлементов в слое почвы 0-30 см и установленных расчётных оптимальных доз цинка и меди.

В **четвертой** главе диссертационной работы показано содержание химических элементов в почве при применении микроэлементов.

Установлено, что содержание кислоторастворимых форм цинка и меди в лугово-черноземной почве заметно повышалось при внесении в почву микроудобрений и было близко к их региональному фоновому валовому содержанию в черноземах юга Западной Сибири. Превышения ОДК цинка и меди в исследуемых вариантах опыта не отмечается. Содержание подвижных форм цинка и меди при внесении различных доз микроудобрений находится в пределах агрохимической, биогеохимической и гигиенических норм и не превышает ПДК. Подвижность данных форм микроэлементов в почвах очень низка, из-за чего отмечается их недостаток в почве. Автором на основе выявленных математических уравнений установлены количественные параметры взаимосвязей содержания подвижных форм макро- и микроэлементов от доз вносимых в почву микроудобрений – коэффициенты интенсивности действия



пурпурной в зависимости от года жизни культуры и фаз роста, которые позволяют не только диагностировать, но и управлять качеством продукции.

Данные исследований указывают на то, что в лекарственных растениях (тысячелистника, пижмы и эхинацеи) при внесении микроудобрений в почву под растения происходит поглощение подвижных форм цинка и меди от среднего до весьма интенсивного. Согласно исследованиям, наибольший  $K_{N_{Zn}}$  и  $K_{N_{Cu}}$  отмечен у тысячелистника обыкновенного, несколько ниже в порядке убывания, в пижме, а затем эхинацеи пурпурной. При этом  $K_{N_{Cu}}$  для всех культур превышает  $K_{N_{Zn}}$ , т.е. лекарственные культуры в большей степени поглощали медь. По значению  $K_{N_{Cu}}$  лекарственные растения располагаются в следующем порядке убывания: тысячелистник обыкновенный (20,0-83,0) > пижма обыкновенная (23,2-49,0) > эхинацея пурпурная (6,6-16,2). По значению  $K_{N_{Zn}}$  растения располагаются в следующем порядке: тысячелистник обыкновенный (8,7-18,9) > пижма обыкновенная (4,6-16,8) > эхинацея пурпурная (1,3-3,3). На основании проведенных исследований автором было рассчитано предельное содержание микроэлементов (ПСЭ, мг/кг) в лугово-черноземной почве для конкретных лекарственных культур при внесении оптимальных доз микроудобрений. Предельное содержание цинка и меди в почве соответственно составило: тысячелистник – 3,9 и 0,5 мг/кг; пижма – 13,7 и 2,4 и эхинацея – 20,8 и 2,5 мг/кг.

**Глава шестая** посвящена вопросу влияния микроэлементов на качество лекарственного сырья изучаемых растений.

В ходе исследований автором выявлено, что внесение в почву оптимальных доз цинковых и медных удобрений на фоне сбалансированного питания НРК позволяет повысить содержание биологически активных веществ (сумма флавоноидов в пересчете на лютеолин, сумма флавоноидов и фенилкарбоновых кислот (в пересчете на лютеолин), сумма фенилпропаноидов, дубильные вещества, аскорбиновая кислота, каротин, экстрактивные вещества) в лекарственном сырье изучаемых растений, а также способствует их обогащению микронутриентами (медью и цинком).

Содержание БАВ в лекарственном сырье изучаемых растений в большей степени зависело от концентрации меди в растениях, а значит от вносимых доз медных удобрений. Содержание тяжелых металлов (Cd, Hg, Pb) и мышьяка (As) в лекарственном сырье тысячелетника обыкновенного, пижмы обыкновенной и эхинацеи пурпурной на вариантах с внесением оптимальных доз микроудобрений не превышало установленного ФС предельно допустимого содержания, а это указывает на то, что внесение цинковых и медных удобрений под лекарственные культуры в пределах оптимальных доз является экологически безопасным.

Полученные экспериментальные данные способствуют расширению базы данных по биохимическому составу лекарственного сырья, выращиваемого в условиях южной лесостепи Западной Сибири, при использовании цинковых и медных удобрений.

**В главе седьмой** представлена биоэнергетическая и экономическая оценка эффективности мероприятий по оптимизации питания лекарственных растений микроэлементами. В ходе проведенных исследований выявлено, что возделывание лекарственных культур при внесении в почву цинковых и медных



удобрений в оптимальных дозах  $Zn_{60}$  и  $Cu_{9,7}$  (тысячелистник),  $Zn_{60}$  и  $Cu_{7,2}$  (пижма),  $Zn_{21,4}$  и  $Cu_{9,4}$  (эхинацея) является экономически и энергетически эффективным. Оптимизация минерального питания многолетних лекарственных растений микроудобрениями в условиях юга Западной Сибири целесообразна с агроэкологических, биоэнергетических и экономических позиций.

**Заключение** состоит из 12 пунктов, каждый из которых емко отражает основные выводы работы. В целом заключение соотносится с поставленными в работе задачами исследований.

**Рекомендации производству** написаны четко и однозначно.

Несмотря на общую положительную оценку диссертации, возникли некоторые **вопросы и замечания**:

1. Наибольшую урожайность тысячелистника обыкновенного и эхинацеи пурпурной соискатель получил в вариантах с максимальной дозой внесения медных удобрений ( $Cu_{9,7}$ ,  $Cu_{9,4}$ ). Как Вы считаете, будет ли дальнейшее увеличение урожайности, если Вы внесете еще большую дозу медных удобрений?

2. Как объяснить разные оптимальные уровни содержания макро- и микроэлементов в лугово-черноземной почве при внесении одинаковых доз цинковых и медных удобрений?

3. Почему помимо цинка и меди в лекарственных растениях тысячелистника и пижмы обыкновенной определяли содержание еще железа и марганца?

4. Для успешного выращивания многолетних лекарственных культур важным аспектом являются меры борьбы с вредителями и болезнями. Проводились ли подобные исследования?

5. Почему автором рассчитана биоэнергетическая и экономическая эффективность не для всех вариантов опыта, а только для оптимальных?

Отмеченные выше замечания не снижают общей положительной оценки выполненной работы. Они не затрагивают основных положений диссертации, защищаемых автором.

**Заключение по диссертационной работе Жарковой Натальи Николаевны** на тему: «Диагностика и оптимизация минерального питания, эффективности микроудобрений многолетних лекарственных растений на лугово-черноземной почве в условиях южной лесостепи Западной Сибири», представленной на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04 – агрохимия в диссертационный совет Д 220.005.01 на базе ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, представляет собой законченную научно-исследовательскую и квалифицированную работу, выполненную на высоком научно-методическом уровне, имеющую теоретическое и практическое значение. В процессе проведения работы использован обширный арсенал методических подходов и получен достаточный научный материал.

По актуальности, новизне, теоретической и практической значимости полученных материалов, представленная работа отвечает требованиям ВАК при Министерстве науки и образования Российской Федерации «Положение о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 №842), предъявляемым к диссертационным работам, а ее автор



Жаркова Наталья Николаевна заслуживает присуждения ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04 – агрохимия.

Диссертация и отзыв обсуждены и одобрены на заседании ученого совета ФГБНУ «Курский ФАНЦ», протокол № 10 от «23» августа 2022 года.

**Отзыв подготовили:**

Ведущий научный сотрудник  
лаборатории технологий возделывания  
полевых культур ФГБНУ «Курский  
ФАНЦ», доктор с.-х. наук (06.01.01 –  
общее земледелие и растениеводство)

Дериглазова  
Галина  
Михайловна

Старший научный сотрудник  
лаборатории агрохимии и  
агроэкологического мониторинга  
ФГБНУ «Курский ФАНЦ» кандидат с.-  
х. наук (06.01.03 – агропочвоведение,  
агрофизика)

Митрохина  
Ольга  
Александровна

«23» августа 2022 г.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Курский федеральный аграрный научный центр»

Адрес организации: 305021, Курская область, город Курск, улица Карла Маркса, дом 706

Телефон: (4712) 53-42-56

Электронная почта: kurskfarc@mail.ru

Подписи Дериглазовой Г.М.

и Митрохиной О.А. заверяю

учёный секретарь, кандидат биологических наук



Дёгтева М. Ю.