

## ОТЗЫВ

официального оппонента 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.

После ознакомления с диссертационной работой Жарковой Н.Н., авторефератом диссертации и опубликованными автором статьями по теме исследований, считаю возможным дать следующее заключение.

**Актуальность темы.** В научной литературе последних лет накоплена достаточно обширная информация о высокой эффективности применения микроудобрений под зерновые, кормовые и технические культуры. Влияние микроудобрений на лекарственные растения практически не изучалось.

При этом ряд авторов отмечают, что внесение в почву микроудобрений (эссенциальных микроэлементов) способствует активации ферментативных процессов у лекарственных растений, ведёт к биосинтезу и накоплению в них биологически активных веществ, повышает качество лекарственного сырья. В растениях микроэлементы находятся в доступной, органически связанной форме, что повышает их усвоение, а также связь микроэлементов с биологически активными веществами способствует усилению фармакологических эффектов. Следовательно, проблема минерального питания, эффективности микроудобрений многолетних лекарственных растений имеет важное значение для развития лекарственного растениеводства в РФ, а выбранное соискателем направление исследований, посвященное повышению урожайности и качества многолетних лекарственных культур, является актуальным.

**Научная новизна исследований.** Соискателем 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. Автором изучено влияние и установлены математические закономерности действия и последствия 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, получены нормативные физиолого-агрохимические характеристики, позволяющие оптимизировать питание лекарственных растений микроэлементами на основе принципов единого комплексного метода «Интегральная система почвенно-растительной оперативной диагностики (ИСПРОД)».

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Теоретическая значимость результатов исследования заключается в том, что изученные в ходе исследований особенности влияния цинковых и медных удобрений на урожайность и показатели качества сырья многолетних лекарственных растений, изменение химического состава лугово-черноземной почвы и растений, нормативные агрохимические характеристики в условиях южной лесостепи Западной Сибири вносят определённый вклад в развитие агрохимической науки, способствуют развитию отечественного фармацевтического производства, а также восстановлению и развитию эфиромасличного и лекарственного растениеводства в РФ.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что для условий южной лесостепи Западной Сибири на основе комплексного метода «ИСПРОД» разработана научно обоснованная система диагностики и оптимизации минерального питания, эффективности микроудобрений при выращивании многолетних лекарственных культур, позволяющая повышать урожайность тысячелистника обыкновенного (трава) на 32-43 %, пижмы обыкновенной (соцветия) на 43-74 %, эхинацеи пурпурной (трава) на 21-61

%, корни – 25-56 %; содержание действующих веществ: эфирного масла (тысячелистник) на 34-93 %, флавоноидов в пересчете на лютеолин (тысячелистник) на 34-37 %, флавоноидов и фенилкарбоновых кислот в пересчете на лютеолин (пижма) на 21-27 %, суммы фенилпропаноидов в пересчете на цикоревую кислоту (эхинацея) на 4-7 %.

**Достоверность и апробация результатов исследований.** Степень достоверности результатов работы подтверждена значительным объемом экспериментального материала, полученного в результате многолетних полевых опытов с микроудобрениями лекарственных культур, лабораторных исследований, проводимых с использованием современных агрохимических методов оценки содержания и соотношения элементов минерального питания в почве и растениях; обоснованным методическим подходом при разработке теоретических и прикладных моделей системы «ИСПРОД», ориентированных на решение практических задач, в первую очередь диагностику и оптимизацию минерального питания растений, прогнозирование величины и качества урожая. Экспериментальный материал, полученный в ходе исследований, подвергся статистической оценке. Основные положения диссертации опубликованы в изданиях рекомендованных ВАК РФ.

Результаты исследований излагались и обсуждались на региональных, Всероссийских и Международных научно-практических конференциях, форумах. По материалам исследований опубликовано 48 работ, в том числе 19 – в ведущих научных изданиях и журналах, перечень которых утвержден ВАК РФ, из них 3 работы в журналах, входящих в международную базу Scopus и Web of Science.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация изложена на 426 страницах основного текста, состоит из введения, 7 глав, выводов, практических рекомендаций, 71 приложения, содержит 118 таблиц и 18 рисунков. Список цитируемой литературы включает 648 источников, из которых 276 – на иностранном языке.

Во *введении* соискатель даёт общую характеристику своей диссертационной работы, отмечает её актуальность, обосновывает научную новизну и практическую значимость полученных результатов, формулирует цель и задачи исследований, раскрывает основные положения, выносимые на защиту, приводит сведения о публикациях по теме диссертации и апробации основных положений диссертационной работы в предзащитный период.

В первой главе *«Состояние изученности вопроса (обзор литературы)»* даётся обстоятельный обзор научной литературы по теме диссертации. В этой главе показана необходимость широкого применения микроудобрений, биологическая роль цинка и меди для растений и животных, распространение, биология, экология, химический состав, значение и применение изучаемых лекарственных растений, а также особенности минерального питания многолетних лекарственных растений и опыт применения удобрений под эти культуры.

В заключительной части главы автор делает обоснованное заключение о необходимости изучения вопросов оптимизации минерального питания лекарственных растений при применении микроудобрений в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Во второй главе *«Объекты, условия и методика проведения исследований»* приводятся сведения об объектах исследований, почвах, климатических и погодных условиях южной лесостепи Западной Сибири. Подробно описаны методики постановки полевых опытов, указаны методы агрохимических анализов почвы и растений, фитохимических анализов лекарственного растительного сырья, дается полная агрохимическая характеристика почвы опытного участка и агрометеорологических условий в годы проведения исследований.

В третьей главе диссертации *«Диагностика потребности многолетних лекарственных растений в микроудобрениях на основе полевого опыта»* соискатель анализирует результаты собственных исследований, посвященных изучению влияния цинковых и медных удобрений на

урожайность многолетних лекарственных культур. Установлено, что применение микроудобрений при возделывании лекарственных растений в условиях низкого содержания подвижных форм цинка и меди в лугово-черноземной почве повышало урожайность тысячелистника обыкновенного, пижмы обыкновенной и эхинацеи пурпурной по сравнению с контролем.

Автором определены оптимальные нормы 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.

Показано, что 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 норм цинка и меди.

В четвертой главе *«Содержание химических элементов в почве при применении микроудобрений»* приводятся экспериментальные данные по влиянию различных доз цинковых и медных удобрений на содержание кислоторастворимых форм цинка и меди, подвижных форм макро- и микроэлементов в лугово-черноземной почве.

Автором установлено, что содержание подвижных форм цинка и меди при внесении различных доз микроудобрений находится в пределах агрохимической, биогеохимической и гигиенических норм и не превышает ПДК и ОДК. На основе выявленных математических уравнений установлены количественные параметры взаимосвязей содержания подвижных форм макро- и микроэлементов от доз вносимых в почву микроудобрений – коэффициенты интенсивности действия поступившего элемента на химический состав почвы «b», с использованием которых предложены

формулы для расчета норм микроудобрений. Установлена высокая зависимость урожайности лекарственных растений от содержания подвижных форм цинка и меди в 0-30 см слое почвы, 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, 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 на лугово-черноземной почве, необходимые для расчета потребности лекарственных культур в элементах минерального питания.

В пятой главе *«Химический состав многолетних лекарственных растений и применение микроудобрений»* автором выявлено влияние микроудобрений на содержание макро- и микроэлементов в растениях тысячелистника, пижмы и эхинацеи пурпурной; установлены коэффициенты интенсивности действия единицы цинка и меди, внесенных в почву (кг д.в./га), на содержание цинка, меди (мг/кг), азота, фосфора и калия (% , мг/%) по фазам роста и развития растений. В процессе дополнительного поступления цинка и меди в лекарственные растения отмечены явления синергизма между ионами цинка и меди. Определены оптимальные агрохимические и физиологические количественные характеристики содержания и соотношения цинка, меди, азота, фосфора, калия в изучаемых лекарственных растениях в зависимости от года жизни культуры и фаз роста, которые позволяют не только диагностировать, но и управлять качеством продукции.

В шестой главе *«Микроэлементы и качество урожая лекарственных растений»* приводятся данные о влиянии применяемых норм цинковых и медных удобрений на накопление биологически активных соединений в лекарственных растениях. Соискателем выявлены зависимости между

вносимыми нормами микроудобрений и показателями качества лекарственного сырья, а также между химическим составом растений и содержанием биологически активных веществ в сырье. Автором отмечено положительное влияние микроудобрений на накопление биологически активных соединений, а тем самым и на качество лекарственного сырья данных культур. Установлено, что содержание тяжелых металлов (Cd, Hg, Pb, As) в лекарственном сырье тысячелестника обыкновенного, пижмы обыкновенной и эхинацеи пурпурной на вариантах с внесением оптимальных норм микроудобрений не превышало установленного ФС предельно допустимого содержания, а значит является экологически безопасным.

В седьмой главе *«Биоэнергетическая и экономическая оценка эффективности мероприятий по оптимизации питания лекарственных растений микроэлементами»* соискателем даётся оценка биоэнергетической и экономической эффективности изучаемых микроудобрений в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Исследованиями установлено, что при выращивании тысячелистника обыкновенного и эхинацеи пурпурной максимальный коэффициент энергоотдачи 16,7 и 18,9 единиц энергии (КПД) соответственно был получен при внесении медных удобрений. Пижма обыкновенная оказалась более отзывчива на цинксодержащие удобрения (прибавка 24,3 т/га), поэтому применение Zn удобрений на фоне  $N_{135}P_{45}K_{45}$  способствовало получению наивысшей биоэнергетической эффективности – биоКПД ( $\eta$ ) составил 22,6 ед. в варианте  $Zn_{60}$ , а при внесении  $Cu_{7,2}$  – 16,2 ед.

При включении в систему удобрений цинка и меди в рекомендуемых нормах (60 и 21,4 Zn; 9,7, 7,2, 9,4 Cu кг/га) можно получить чистого дохода до 370613 рублей с 1 га при возделывании тысячелистника (от реализации культуры); до 432663 руб. при возделывании пижмы и до 810807 руб. при выращивании эхинацеи пурпурной. Рассчитанная рентабельность применения цинковых и медных удобрений показала очень высокую экономическую эффективность возделывания лекарственных растений.

Сделанное по результатам исследований заключение и предложение производству логически вытекает из содержания диссертационной работы, теоретически и экспериментально обоснованы.

**Вопросы и замечания по диссертации:**

1. Чем объяснить, что в разных опытах при внесении одних и тех же норм меди и цинка наблюдался разный уровень содержания их подвижных форм в почве. В опыте с тысячелистником при внесении цинка в почву содержание его подвижной формы составляло 1,3-2,8 мг/кг, с пижмой 1,7-9,7, с эхинацеей 6,2-12,4 мг/кг. Влияние меди на увеличение подвижного цинка также было наименьшим в опыте с тысячелистником (1,2-2,0 мг/кг) и больше в других двух опытах: 2,0-4,2 мг/кг и 3,1-6,8 мг/кг, соответственно.

2. Чем объяснить высокие коэффициенты корреляции между вносимыми нормами цинковых и медных удобрений и содержанием макроэлементов в лекарственных растениях?

3. Почему в исследованиях, помимо определения цинка и меди, изучали еще содержание железа и марганца в растениях? Чем обоснован выбор данных элементов?

**Заключение.** Изложенные выше замечания и пожелания не снижают научной и практической ценности работы. Диссертация является законченным научным исследованием. В ней дано экспериментальное обоснование применения микроудобрений (цинковых и медных), которые способствуют повышению урожайности многолетних лекарственных культур (тысячелистника обыкновенного, пижмы обыкновенной и эхинацеи пурпурной), а также улучшению показателей качества лекарственного сырья на лугово-черноземной почве в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

По своей актуальности, научной новизне, практической значимости, объёму и содержанию полученного экспериментального материала представленная диссертационная работа «Диагностика и оптимизация минерального питания, эффективности микроудобрений многолетних лекарственных растений на лугово-черноземной почве в условиях южной



лесостепи Западной Сибири» полностью соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г., а её автор Жаркова Наталья Николаевна заслуживает присвоения ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04 – агрохимия.

Официальный оппонент,  
доктор биологических наук  
(06.01.04 – агрохимия), профессор, академик РАН,  
заведующий отделом прецизионных технологий  
ФГБНУ «Федеральный  
научный центр риса»

  
Шеуджен Асхад Хазретович

«15» августа 2022 г.  
ФГБНУ «Федеральный научный центр риса»  
Адрес: 350921, Россия, Краснодарский край,  
город Краснодар, поселок Белозерный, 3  
тел. +7(918)432-55-64  
e-mail: [ashad.sheudzhen@mail.ru](mailto:ashad.sheudzhen@mail.ru)

Личную подпись Шеуджена Асхада Хазретовича заверяю:

Ученый секретарь ФГБНУ «Федеральный научный центр риса»,  
канд. биол. наук  Л.В. Есаулова

