

## ОТЗЫВ

официального оппонента Ступакова Алексея Григорьевича на диссертационную работу **Сухоцкой Валентины Владимировны** «Оптимизация питания цинком и медью эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* L.) на лугово-чернозёмной почве Западной Сибири», представленную на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04 – агрохимия.

**Актуальность темы.** Эхинацея пурпурная является лекарственной культурой, которая играет важную роль, как в традиционной, так и в народной медицине. Повышению её продуктивности при использовании макро- и микроудобрений посвящены многие работы. Показана высокая эффективность применения удобрений под изучаемую культуру. Однако не изучалась эффективность применения цинковых и медных удобрений с целью повышения урожайности и качества лекарственного сырья эхинацеи пурпурной на лугово-черноземной почве, характеризующейся недостаточным содержанием подвижных соединений цинка и меди. Вследствие этого исследования диссертанта являются актуальными и своевременными в сложившихся почвенных условиях и глобальных климатических изменениях.

**Научная новизна работы.** Диссертантом впервые выявлено действие разных доз микроэлементов (Zn, Cu) для достижения высоких показателей урожайности и качества эхинацеи пурпурной, выявлены нормативы агрохимических и физиологических показателей почвы и растений, позволяющие диагностировать и оптимизировать питание культуры в процессе роста и развития, а также управлять эффективностью применения микроэлементов.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** На основании полученных данных разработаны научно обоснованные системы диагностики и оптимизации минерального питания цинком и меди эхинацеи пурпурной на лугово-черноземной почве в условиях южной лесостепи Западной Сибири для повышения урожайности и улучшение качества лекарственного сырья при высоких показателях экономической и биоэнергетической эффективно-

сти. Материалы работы могут быть использованы для разработки технологий возделывания эхинацеи пурпурной, а также в учебном процессе в рамках дисциплин, освещающих вопросы агрохимии, растениеводства, экологии.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**, сформулированных в диссертации, а так же их достоверность определены анализом обширного литературного и статистического материала, современных практических разработок, системным подходом к использованию современных методов познания. Все выводы, рекомендации и научные положения диссертационной работы Сухоцкой В.В. характеризуются логической завершённостью выполненного исследования, достаточно обоснованы и достоверны.

**Апробация работы.** Основные положения и материалы диссертационной работы были доложены и обсуждались на международных научно-практических конференциях (Омск, 2017, 2018а, 2018б), Всероссийских и региональных научно-практических конференциях (Омск, 2017, 2019, 2020; Тюмень, 2018; Рязань, 2018).

По материалам исследований опубликована 21 научная работа, в том числе 8 в изданиях, рекомендованном Перечнем ВАК Минобрнауки РФ, и 2 – в международных изданиях (Scopus).

**Краткая характеристика работы.** Диссертация Сухоцкой В.В. изложена на 225 страницах, содержит 63 таблицы, 34 рисунка, 25 приложений. Состоит из введения, основной части из 7 глав, заключения, библиографического списка из 322 источников, в том числе 32 на иностранных языках.

Во введении отражены актуальность, степень разработанности темы, научная новизна работы, указаны цель и задачи исследований, оценена её теоретическая и практическая значимость, апробация, основные положения, выносимые на защиту.

В 1 главе изложен обстоятельный литературный обзор, посвящённый анализу состояния изученности проблемы. В нём приводится анализ литературных источников о современном состоянии возделывания эхинацеи пур-

пурной, её биологические особенности, значение и распространение. Показана агрохимическая и физиологическая роль цинка и меди в питании культуры. Представлены вопросы агротехники, питания в формировании урожая и качества эхинацеи пурпурной, интеграционная система «ПРОД» в оценке действия микроэлементов в системе «удобрение–почва–растение».

В общем, приведенный материал свидетельствует о хорошем знании диссертантом поставленных на изучение вопросов, на основании чего убедительно обоснована необходимость проведения исследований по данной проблематике.

Во 2 главе приведены объекты, условия и методика проведения исследований. Возделывалась эхинацея пурпурная сорта Знахарь.

Почва опытного участка – лугово-черноземная маломощная малогумусовая среднесуглинистая с низким содержанием в пахотном слое цинка, меди и нитратного азота, высоким – подвижного фосфора и очень высоким – обменного калия.

В опыте использовались следующие виды минеральных удобрений: аммиачная селитра ( $\text{Naa} - 34,5 \%$ ), ацетат меди ( $((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu} - 32 \%)$ ) и ацетат цинка ( $((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn} - 29,7 \%)$ ).

В 3 главе нашли отражение результаты наблюдений по изучению влияния цинковых и медных удобрений на урожайность эхинацеи пурпурной в полевом опыте. Выявлено, что внесение цинковых удобрений в дозе  $\text{Zn}_{21,4}$  (0,5 ПДК) и медных удобрений в дозе  $\text{Cu}_{9,4}$  (1 ПДК) способствовало получению максимальной урожайности биомассы абсолютно сухого вещества эхинацеи пурпурной за три года соответственно 9,9 и 13,2 т/га.

Глава 4 посвящена анализу действия цинковых и медных удобрений на лугово-черноземную почву. В диагностируемом 0–30 см слое Zn и Cu, вносимые в дозе 1 кг/га, обусловили повышение содержания в почве соответствующих элементов питания на 0,234 и 0,017 мг/кг. Это позволило определить оптимальный уровень содержания элементов при внесении оптимальных расчетных доз элементов:  $\text{Zn}_{\text{подв.}} - 7,4 \text{ мг/кг}$  и  $\text{Cu}_{\text{подв.}} - 0,41 \text{ мг/кг}$ .

Получены математические связи о синергическом влиянии меди и цинка на содержание и соотношение данных элементов в почве. Однократное применение медных удобрений в оптимальной дозе (ПДК Cu – 9,4 кг/га) обусловило оптимальное содержание  $Zn_{\text{опт}}$  в почве, которое составило 6,8 мг/кг почвы, а оптимальное содержание  $Cu_{\text{опт}}$  при внесении оптимальной дозы цинка (0,5 ПДК Zn – 21,4 кг/га) в среднем за годы исследований составило 0,35 мг/кг.

В главе 5 нашли отражение материалы по растительной диагностике минерального питания эхинацеи пурпурной. Сбалансированное медное питание (9,4 кг/га Cu) обеспечило оптимальное содержание Zn и Cu, соответственно равное 17,1 и 4,3 мг/кг растений, а цинковое питание (21,4 кг/га Zn) — оптимальное содержание Zn и Cu, которое составило 12,7 и 2,66 мг/кг. Определены коэффициенты использования удобрений из почвы, которые составили для N – 75,0,  $P_2O_5$  – 14,7,  $K_2O$  – 58,0, Cu – 4,57 и Zn – 1,08 %.

В 6 главе показано влияние удобрений на качество урожая эхинацеи пурпурной. Использование оптимальных доз цинка (21,4 кг/га) и меди (9,4 кг/га) в почву способствовало усилению биосинтеза дубильных веществ в растениях соответственно на 0,13 и 0,41%, аскорбиновой кислоты на 0,30 и 0,05 мг %, каротина на 2,56 и 0,9 мг/кг, экстрактивных веществ на 0,115 и 0,35 %, цикориевой кислоты на 0,009 и 0,0086 %. В то же время, применение меди и цинка в дозах (ПДК) на лугово-черноземной почве под эхинацею пурпурную не приводило к увеличению содержания Cd, As, Pb и Hg в лекарственном сырье.

Глава 7 посвящена оценке биоэнергетической и экономической эффективности применения микроэлементов под эхинацею пурпурную. Наиболее высокий коэффициент энергетической эффективности – 22,38 из расчёта на биомассу эхинацеи и 19,14 из расчёта на корневища обусловило применение оптимальной дозы Cu (9,4 кг/га) и, соответственно, 3,52 и 4,11 при внесении оптимальной дозы Zn (21,4 кг/га).

Результаты расчетов показали высокий экономический эффект при использовании цинка и меди в рекомендуемых дозах на азотном фоне. Чистый доход от внесения Cu (9,4 кг/га) и Zn (21,4 кг/га) составил соответственно 710 и 200 тыс.руб./га от реализации биомассы эхинацеи и 1 840 и 785 тыс.руб./га от реализации корневищ культуры.

### **Основные замечания**

1. Не корректно выражение «на фоне сбалансированного питания» (с.48); доза цинка – это вариант опыта (фон – сопутствующее или дополнительное условие).

2. Желательно уточнение выражения «внесение удобрений под перекопку» (с. 41).

3. Насколько соответствует глубина отбора почвенных проб в слое почвы 0–30 см и глубина вспашки на глубину 20–22 см?

4. Выражение «медный вариант» не принято в научной литературе (с. 96).

5. Нет размерности в формуле 156 (с. 117).

### **Заключение**

Анализ результатов работы Сухоцкой В.В., обработка и изложение материалов показывают глубокое творческое мышление и знание методов исследований, используемых для решения поставленных задач. В диссертации представлены законченные научные результаты. Их основное содержание в полной мере отражено в автореферате и опубликованных работах автора. В ней решен целый ряд научных вопросов по эффективному применению медных и цинковых удобрений в посевах эхинацеи пурпурной на почвах Западно-Сибирского региона. Материалы диссертационной работы могут быть использованы при разработке технологий возделывания этой перспективной лекарственной культуры. В чём и заключается её народнохозяйственное значение.

Полученные экспериментальные данные достоверны, научно обоснованы и подтверждены математической обработкой. Диссертация хорошо иллюстрирована. Язык и стиль изложения, оформления диссертации и авторе-

ферата соответствуют работам, подготовленным к печати.

Отмеченные замечания не относятся к существу проведенных исследований и не влияют на общую положительную оценку работы, не умаляют её достоинств.

В целом, рецензируемая работа на тему: «Оптимизация питания цинком и медью эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* L.) на лугово-чернозёмной почве Западной Сибири» по научной и прикладной значимости полученных результатов отвечает требованиям ВАК Минобрнауки Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям (пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г.), а её автор **Сухоцкая Валентина Владимировна** заслуживает присуждения учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04 – агрохимия.

Официальный оппонент:

Ступаков Алексей Григорьевич,

доктор сельскохозяйственных наук (06.01.04 – агрохимия, 1998), доцент, профессор кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», 308503 Белгородская область, Белгородский район, пос. Майский, ул. Вавилова, д. 1, Белгородский ГАУ. Тел. 8-960-640-29-30, e-mail: alex.stupackow@yandex.ru

12.07.2022 г.

