

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора сельскохозяйственных наук **Тишкова Николая Михайловича** на диссертационную работу **Великого Андрея Васильевича** «Влияние корневого применения биогенных элементов (Mg, Ca, B, Zn) на плодородие бурых лесных кислых почв, урожай и качество зелёного чайного листа в условиях влажных субтропиков России», представленную к защите в диссертационный совет Д 220.038.03 при ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04 – агрохимии.

Актуальность темы исследований. Популярность чая обусловлена лечебными и тонизирующими свойствами, которые определяются сложным сочетанием биологически активных веществ в листьях чайного растения. Возделывание чая в Российской Федерации ограничивается почвенно-климатическими условиями (гидротермический режим, кислотность почв, уровень минерального питания), к которым растения чая предъявляют повышенные требования. Основным регионом производства чая в России являются влажные субтропики черноморского побережья Краснодарского края. Длительное применение минеральных удобрений при возделывании чая привело к увеличению кислотности почв, подвижности кальция, магния, марганца, железа, меди, цинка, изменению их соотношения в почвенном поглощающем комплексе. Автор поставил задачи проведения исследований по изучению применения макро- и микроудобрений на плодородие бурых лесных кислых почв, урожайность и качество зеленого чайного листа в условиях влажных субтропиков России.

Поэтому исследования Великого А.В., направленные на научное обоснование сбалансированного применения минеральных удобрений для интенсификации физиологических и биохимических процессов в растениях чая, повышения урожайности и качества чайного сырья, сохранение и воспроизводство плодородия бурых лесных кислых почв, являются актуальными, представляют научную и практическую значимость.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук» по государственному заданию 16.04.03.03 (2010–2019 гг.) и 0683–2019-0005-01-01 в 2020 г.

Научная новизна исследований. В результате исследований установлено влияние применения цинка, бора, магния и кальцийсодержащего природного материала на агрохимические свойства и питательный режим бурых лесных кислых почв. Выявлена активизация ростовых процессов и повышение качества чайного сырья при использовании указанных элементов и сов-

местного внесения цинка, бора и магния. Установлено существенное повышение урожайности чайного листа и рентабельности производства.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и предложений производству. Исследования автора по теме подтверждаются полученными экспериментальными данными. Теоретическую и методологическую основу исследований составили методы планирования и проведения опытов, лабораторных анализов. Полученные научные результаты исследований, положения, выводы и предложения производству являются обоснованными, подтверждены данными лабораторных и полевых опытов, апробированы в производстве.

Достоверность научных результатов исследований, выводов и предложений производству обеспечивается использованием общепринятых и современных методик исследований, данными статистического анализа и экономической эффективности и подтверждается соответствием выводов теоретическим и экспериментальным исследованиям.

Результаты проведённых исследований прошли достаточно широкую апробацию. Основные положения диссертационной работы докладывались на 13 научно-практических конференциях различного уровня в 2010–2020 гг. По результатам исследований опубликованы 24 научные статьи, в том числе 13 в изданиях из перечня Российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты исследований на соискание учёной степени кандидата наук, в том числе по одной статье в журналах, индексируемых Scopus и RSCI, в базе WoS.

Диссертационная работа Великого А.В., научные положения, результаты, выводы и предложения производству соответствуют паспорту научной специальности 06.01.04 – агрохимия.

Значимость для науки и практики результатов диссертации. Значимость результатов диссертационной работы для науки и практики заключается в расширении знаний в области минерального питания чайного растения (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze), педохимии изучаемых элементов, факторов, определяющих урожайность и качество чайного сырья. Установлена целесообразность включения кальция, бора и цинка в систему удобрения чайных растений для повышения урожайности, качества сырья, сохранения и воспроизводства плодородия почв.

Основные результаты исследований диссертационной работы могут быть использованы в качестве научной основы получения высокого и качественного урожая чайного сырья на бурых лесных кислых почвах, а также в учебном процессе образовательных учреждений аграрного профиля при преподавании дисциплины «Агрохимия».

Диссертация написана грамотно, научным языком, логично и последовательно, основной текст работы дополняется приложениями. Диссертация характеризуется внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выносимые на защиту. Стиль изложения и оформление ра-

боты отвечает требованиям к кандидатским диссертациям. Автореферат отражает основное содержание диссертации, в нём приведены наиболее значимые результаты исследований.

Личный вклад соискателя. Автор под руководством научного руководителя выбрал тему исследований, планировал проведение экспериментов, непосредственно участвовал в выполнении лабораторных и полевых исследований, учётов и наблюдений, обобщении, анализе и оценке экспериментальных данных, их анализе. Автором лично получены результаты исследований, изложенных в диссертационной работе.

Оценка содержания диссертации

Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения, предложений производству, списка использованной литературы и приложений. Она изложена на 218 страницах компьютерного текста, включает 39 таблиц, 41 рисунок и 5 приложений. Список использованной литературы включает 342 источника, в том числе 111 иностранных авторов.

Во введении обоснована актуальность исследований, сформулированы цель и задачи исследований, изложена научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, степень достоверности и апробация результатов исследований, методология и методы исследований, положения диссертации, выносимые на защиту, структура и объём работы.

Первая глава представляет обстоятельный аналитический обзор литературы отечественных и зарубежных авторов по изучаемой теме: агроэкологические требования культуры чая и природные условия черноморского побережья России, особенности и эффективность применения минеральных удобрений, содержащих макро- и микроэлементы, на чайных плантациях.

Во второй главе изложены и проанализированы почвенно-климатические и погодные условия места проведения опытов в 2011–2020 гг. Выделены относительно благоприятные и неблагоприятные по метеорологическим условиям годы для выращивания чая, приведены схемы опытов и методика исследований, описаны агротехнические приёмы в полевых экспериментах.

В третьей главе рассматриваются вопросы влияния применения минеральных удобрений на показатели плодородия бурых лесных кислых почв: кислотнo-основные свойства, содержание гумуса, легкогидролизуемого, нитратного и аммонийного азота, подвижных форм фосфора, калия, кальция, магния, цинка, интенсивность «дыхания» почвы (эмиссия CO₂).

Установлено, что через 16 лет применение полного минерального удобрения в дозе N₂₄₀P₇₀K₉₀, внесения цинк-, магний-, бор- и кальцийсодержащих удобрений обменная кислотность уменьшалась с 12,8 до 6,7–9,6 ммоль (экв.) на 100 г, гидролитическая кислотность с 30,4 до 20,4–25,8 ммоль (экв.) на 100 г, содержание обменного алюминия (Al³⁺) с 12,6 до

6,5–9,5 ммоль (экв.) на 100 г почвы, а степень насыщенности почвы основаниями возрастала с 5,1 до 25,9–17,8 %.

Показано, что за период с 2010 по 2019 гг. применяемые минеральные удобрения и поступление в почву растительной массы после омолаживающей подрезки чая способствовало увеличению содержания гумуса в слое почвы 0–20 см.

Выявлено, что содержание аммонийного азота в слое 0–20 см превышало содержание нитратного азота в 3–10 раз в осенний период и в 30–40 раз в ранневесенний период. Такая закономерность сохранялась и в слоях почвы 20–40 и 40–60 см.

Содержание подвижного фосфора в слое 0–20 см составляло 410–500 мг/кг почвы и с глубиной отмечено уменьшение его количества: в слое 20–40 см до 237–358 мг/кг и в слое 40–60 см до 192–247 мг/кг почвы. Выявлено снижение содержания подвижного фосфора в почве в вариантах с внесением кальция, магния, бора и смеси элементов (Zn+B+Mg).

Содержание подвижного калия в слое почвы 0–20 см варьировало от 204 до 507 мг/кг. С глубиной почвенного профиля содержание подвижного калия уменьшалось до 190–294 мг/кг в слое 20–40 см и до 180–270 мг/кг почвы в слое 40–60 см.

Содержание обменных форм кальция и магния при внесении магниевой и кальцийсодержащих удобрений возрастало в слое 0–20 см с 3,1 до 4,1–5,0 ммоль (экв.) на 100 г. При внесении кальцийсодержащего удобрения и смеси цинка, бора и магния содержание кальция и магния повысилось с 4,3 ммоль (экв.) на 100 г в контроле до 6,6–6,9 ммоль (экв.) на 100 г почвы или на 53,5 и 60,5 % соответственно. Выявлено увеличение содержания обменных кальция и магния с глубиной почвенного профиля.

Содержание подвижного цинка в слое почвы 0–20 см составляло 1,83–2,29 мг/кг в контроле, 6,68–15,19 мг/100 г при внесении сульфата цинка, 2,86–4,15 мг/кг – смеси цинка, бора и магния. За 10 лет внесения цинкосодержащих удобрений содержание подвижного цинка в слое 0–20 см увеличивалось в 2–4 раза, но не превышало показатель ПДК (23,0 мг/кг). Наибольшее количество подвижного цинка отмечено в апреле, в мае–июле его содержание снижалось, а в августе–сентябре увеличивалось почти до весеннего уровня.

Интенсивность «дыхания» бурых лесных кислых почв при воздействии минеральных удобрений варьировала в течение года в пределах от 32 до 138 мг CO₂ на кг почвы в сутки. Выявлено, что на интенсивность «дыхания» почвы наибольшее положительное влияние оказывает применение кальция, магния и цинка.

В четвёртой главе приведены результаты исследований по изучению влияния применения магния, кальция, бора, цинка на фотосинтетическую деятельность, ростовые процессы чайного растения и урожайность чайного листа.

Показано, что содержание фотосинтетических пигментов в зрелых листьях чая изменялось в течение вегетационного периода, по степени зрелости листа и вариантам опыта. Выявлена динамика роста количества хлорофилла *a* (Chl_a) и *b* (Chl_b), а также каротиноидов с июля к сентябрю. Содержание Chl_a (1,21–2,53 мг/г) в среднем в 1,5–2 раза превышало содержание Chl_b (0,80–1,50 мг/г), а содержание каротиноидов (0,49–0,81 мг/г) было в 4–5 раз меньше суммы хлорофиллов (2,01–3,59 мг/г). Самое высокое содержание хлорофиллов в листьях чая отмечено в варианте с внесением N₂₄₀P₇₀K₉₀ (контроль). При внесении кальция, магния, цинка и бора содержание фотосинтетических пигментов в зрелых листьях в летний период достоверно снижалось в сравнении с контролем.

Наибольший рост индекса жизнеспособности выявлен при внесении кальцийсодержащего удобрения в сравнении с контролем. В осенние месяцы (сентябрь–ноябрь) содержание фотосинтетических пигментов возрастало в сравнении с летним периодом с сохранением структуры фотосинтетического аппарата. В осенний период увеличивался и индекс жизнеспособности листьев. Самое высокое содержание фотосинтетических пигментов в листьях чая выявлено в марте. В ранневесенний период содержание хлорофиллов и каротиноидов было в среднем на 30 % выше, чем летом и осенью. Отмечено усиление работы пигментной системы при внесении кальция, цинка и бора.

Исходным чайным сырьём для производства готового продукта являются сборы 2–3-листных флешей. Установлено, что максимальное количество побегов-флешей образуется при внесении кальция, бора и цинка и составляет от 1373 до 1599 шт./м², что на 5,9–23,3 % выше контроля. Положительное влияние минеральных удобрений позволило получить дополнительно молодых побегов с 1 м² за один сбор и прибавки урожая 14–27 % к контролю.

Показано, что в относительно благоприятные по погодным условиям годы (2011, 2013, 2014, 2018, 2019 гг.) средняя за 5 лет исследований урожайность чайного листа составила при внесении N₂₄₀P₇₀K₉₀ (контроль) 6,2 т/га и возрастала при использовании сульфата магния на 0,43 т/га (6,9 %), сульфата цинка на 1,08 т/га (17,4 %), кальцийсодержащего удобрения на 1,52 т/га (24,5 %), смеси цинка, бора и магния на 1,99 т/га (32,1 %) и борной кислоты на 2,06 т/га (33,2 %). Максимальная урожайность получена в 2013 г.: от 9,15 т/га в контроле до 11,37–11,66 т/га при внесении бора, кальция и смеси цинка, бора и магния. Наиболее низкая урожайность чайного листа выявлена в 2018 г. (4,56–6,47 т/га) и 2019 г. (4,45–6,11 т/га).

В относительно неблагоприятные по погодным условиям годы (2012, 2015, 2017, 2020 гг.) в среднем за 4 года исследований при внесении N₂₄₀P₇₀K₉₀ (контроль) урожайность чайного листа составила 3,37 т/га и возрастала при применении сульфата цинка на 0,21 т/га (6,2 %), смеси цинка, бора и магния на 0,34 т/га (10,1 %), борной кислоты на 0,39 т/га (11,6 %), кальцийсодержащего удобрения на 0,53 т/га (15,7 %). Максимальная урожай-

ность получена в 2017 г.: в среднем 4,99 т/га с варьированием от 4,12 т/га при внесении сульфата магния до 5,68 т/га – кальцийсодержащего удобрения. Наименьшая урожайность чайного листа выявлена в крайне неблагоприятном для чая 2012 г. – в среднем 2,43 т/га с колебаниями от 2,12 до 2,74 т/га. Урожайность чайного листа в годы с относительно неблагоприятными метеорологическими условиями снижалась в среднем на 37,5 % в сравнении со средними показателями за период 2011–2020 гг. и на 51,9 % – с относительно благоприятными метеорологическими условиями.

В среднем за 2011–2020 гг. урожайность чайного листа составляла при внесении $N_{240}P_{70}K_{90}$ (контроль) 4,94 т/га и увеличивалась при использовании сульфата цинка на 0,70 т/га (14,2 %), кальцийсодержащего удобрения на 1,08 т/га (51,9 %), смеси цинка, бора и магния на 1,26 т/га (25,5 %), борной кислоты на 1,32 т/га (26,7 %). Применение сульфата магния не оказывало значительного влияния на урожайность чайного листа.

В пятой главе рассматриваются вопросы влияния применения магния, кальция, бора, цинка на элементный состав листьев и побегов чая.

Выявлено, что в среднем за 2011–2019 гг. содержание в зрелых листьях азота составляло 3,18–3,39 % в июле, 3,04–3,31 % в августе, в осенний период 3,00–3,50 % и в ранневесенний период (10-месячный лист) 3,14–3,61 %. Наибольшее содержание азота отмечено в контроле и при внесении сульфата магния, самое низкое – при внесении борной кислоты, кальцийсодержащего удобрения и смеси сульфатов цинка и магния, борной кислоты.

Содержание фосфора и калия в зрелых листьях чая в течение вегетации сохранялось на постоянном уровне. В летний период (июль–август) и в марте отмечено снижение содержания фосфора при внесении сульфата магния и смеси цинка, магния и бора. В сентябре в листьях увеличивалось содержание фосфора при внесении кальцийсодержащего удобрения и смеси цинка, магния и бора.

Содержание кальция в зрелых листьях чая составляло 0,73–0,79 % в июле и повышалось до 0,83–1,10 % к осени. Содержание кальция увеличивалось при внесении на фоне $N_{240}P_{70}K_{90}$ кальцийсодержащего удобрения и сульфата цинка. Содержание магния составляло 0,27–0,49 % и незначительно различалось по вариантам опыта в течение вегетации. Отмечено повышение содержания магния в июле–августе при внесении сульфата магния.

Содержание цинка в зрелых листьях колебалось от 13,5 до 33,9 мг/кг. Не выявлено повышение содержания элемента при внесении сульфата цинка. Содержание меди составляло 6,0–23,0 мг/кг. Выявлено уменьшение содержания меди при внесении цинка, бора и кальцийсодержащего удобрения. Содержание марганца колебалось от 1290 до 3274 мг/кг. Отмечено повышение его количества в осенне-весенний период до 1936–2883 мг/кг и снижение в период март–август до 1989–2357 мг/кг. Наименьшее содержание марганца отмечалось при внесении борной кислоты.

Выявлено, что в 3-листной флешли содержание азота снижалось с мая по сентябрь: в мае 4,5–5,1 %, в июле 3,8–4,3 %, в августе 3,9–4,2 %, в сентябре 4,2–4,8 %. Более низким содержанием азота характеризовалось чайное сырьё майского и июльского сборов в вариантах с внесением борной кислоты, смеси цинка, бора, магния и кальцийсодержащего удобрения. Содержание фосфора составляло в мае 1,10–1,15 %, в июле 0,94–0,97 %, в августе 1,00–1,04 %, в сентябре 0,93–1,01 %; содержание калия в мае 2,58–2,74, в июле 2,46–2,65 %, в августе 2,41–2,54 %, в сентябре 2,47–3,17 %. Содержание кальция составляло 0,52–0,56 % в период майских и июльских сборов и 0,43–0,55 % в августе и сентябре. Содержание магния составляло 0,21–0,34 %, незначительно различалось по вариантам опыта и поддерживалось на этом уровне в течение вегетации.

Содержание в 3-листных флешках цинка варьировало в диапазоне 22,1–57,4 мг/кг, меди 11,0–29,0 мг/кг, марганца 476–1246 мг/кг. Отмечено повышение содержания меди в августе, марганца – в июле–августе, цинка – в июльских и августовских сборах флешей чая при внесении сульфата цинка

В шестой главе рассматриваются вопросы влияния применения магния, кальция, бора, цинка на качество чайного сырья.

Установлено, что в среднем за 2011–2013 гг. при внесении на фоне $N_{240}P_{70}K_{90}$ (контроль) магния, цинка, смеси (цинк, бор, магний), кальцийсодержащего удобрения содержание в 3-листных флешках чая танинов в сравнении с контролем увеличивалось в мае на 1,7–2,3 %, в июле на 1,0–1,5 %. При внесении борной кислоты содержание танинов было близким к контролю, но урожайность была выше контроля на 20–30 %.

На содержание экстрактивных веществ в 3-листных флешках внесение минеральных удобрений не оказывало значительного влияния. Их содержание составляло в мае 41,3–41,9 %, в июле 43,1–44,2 %, в августе 42,0–43,1 %.

Самые низкие показатели качества чайного сырья выявлены в период первых сборов (май–начало июня) в контроле и при внесении борной кислоты, а наиболее высокие в июле при использовании кальцийсодержащего удобрения и смеси магния, цинка и бора.

Для 3-листной флешки в мае установлена положительная корреляция содержания танина с калием ($r = 0,82$), кальцием ($r = 0,65$) и отрицательная с фосфором ($r = -0,72$), в июльский период выявлена отрицательная зависимость между содержанием танина и азота ($r = -0,52$) и положительная – между содержанием экстрактивных веществ и кальция ($r = 0,88$).

В седьмой главе приведена экономическая эффективность применения магния, кальция, бора, цинка на чайных плантациях.

Показано, что в среднем за 2018–2020 гг. высокий чистый доход получен от внесения на фоне $N_{240}P_{70}K_{90}$ борной кислоты – 279,5 тыс. руб./га, смеси цинка, бора и магния – 263,2 тыс. руб./га, кальция – 252,4 тыс. руб./га и цинка – 211,8 тыс. руб./га, при величине чистого дохода в контроле 135,3 тыс. руб./га.

Текстовая часть диссертации завершается выводами и предложениями производству, вытекающие из результатов исследований и отражающие их.

Замечания по диссертации и автореферату.

1. В главе 2 «Условия, объекты и методы проведения исследований» не оказано, каким методом определяли содержание гумуса в бурой лесной кислой почве.

2. На странице 58 диссертации автор указывает, что «после весенней подрезки чайных плантаций в марте 2016 г. в почву поступил дополнительный объем органического материала и уже осенью 2016 г. отмечен существенный прирост гумуса».

Определяли ли массу этих растительных остатков, их химический состав, заделывали ли их в почву или оставляли на её поверхности, применяли ли минеральные удобрения или микробиологические препараты для разложения указанного органического материала?

3. В диссертации (с. 51) 2017 год отнесён к годам с относительно неблагоприятными метеорологическими условиями для чая, а 2019 год – с благоприятными условиями. Чем тогда можно объяснить, что урожайность чайного листа в 2017 г. (в среднем 4,99 т/га) мало отличалась от урожайности в 2019 г. (5,33 т/га)?

4. В выводе 1 следовало бы подчеркнуть и роль поступающих в почву растительных остатков после подрезки чайных плантаций на содержание гумуса в бурых лесных кислых почвах.

Сделанные замечания не снижают научную и практическую значимость диссертационной работы.

Заключение по диссертационной работе.

Диссертационная работа Великого Андрея Васильевича «Влияние корневого применения биогенных элементов (Mg, Ca, B, Zn) на плодородие бурых лесных кислых почв, урожай и качество зелёного чайного листа в условиях влажных субтропиков России» является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной самостоятельно и решающую важную задачу получения высоких и экономически обоснованных урожаев зелёного чайного листа, сохранения и повышения почвенного плодородия.

Диссертация выполнена на высоком методическом уровне, полученные экспериментальные данные в работе рассмотрены всесторонне, изложены чётко и последовательно. По актуальности и новизне исследований, теоретической и практической значимости положений, вынесенных на защиту, по своему содержанию и оформлению, объёму экспериментального материала и достоверности полученных результатов диссертационная работа отвечает требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Великий

Андрей Васильевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04 – агрохимия.

Официальный оппонент:

Главный научный сотрудник лаборатории агрохимии агротехнологического отдела
Федерального государственного бюджетного
научного учреждения «Федеральный научный
центр «Всероссийский научно-исследовательский
институт масличных культур имени
В.С. Пустовойта» (ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК),
доктор сельскохозяйственных наук по
специальности 06.01.04 – агрохимия



Николай Михайлович
Тишков

Подпись Николая Михайловича Тишкова заверяю:
Учёный секретарь ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК,
кандидат биологических наук



Мария Владимировна
Захарова

«11» апреля 2022 г.

350038, г. Краснодар, ул. Филатова, д. 17

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта», тел.: 8 (861) 254–13–59, E-mail: agrohim@vniimk.ru

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата биологических наук Леоничевой Елены Вячеславны на диссертацию Великого Андрея Васильевича на тему: «Влияние корневого применения биогенных элементов (Mg, Ca, B, Zn) на плодородие бурых лесных кислых почв, урожай и качество зелёного чайного листа в условиях влажных субтропиков России», представленную на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04 – агрохимия

Диссертационная работа А.В.Великого «Влияние корневого применения биогенных элементов (Mg, Ca, B, Zn) на плодородие бурых лесных кислых почв, урожай и качество зелёного чайного листа в условиях влажных субтропиков России» посвящена решению **актуальной научно-практической задачи** обеспечения устойчивой продуктивности культуры чая (*Camellia sinensis* (L.) O.Kuntze) в сложных почвенно-климатических условиях влажных субтропиков Черноморского побережья Краснодарского края РФ. Современные подходы к разработке агротехнологий возделывания многолетних растений направлены на достижение высокой продуктивности агроценозов при сохранении плодородия почв, которые в условиях многолетней монокультуры подвергаются особенно интенсивному агрогенному воздействию. Культура чая не является исключением, а ограниченная площадь чаепригодных земель в Российской Федерации определяет особую значимость выявления и сохранения специфического комплекса почвенных свойств, обеспечивающих экономически эффективное возделывание чая на северной границе зоны его культивирования.

Научная новизна исследований, представленных в диссертации, определяется комплексным изучением воздействия корневого применения Ca, B и Mg на почву и растения чайных плантаций. Ранее в российской зоне чаеводства было установлено выщелачивание этих элементов из почвы при длительном применении минеральных удобрений, но поиск агротехнологических способов компенсации их недостатка проведён автором впервые. При этом изучены различные аспекты влияния раздельного и совместного применения этих удобрений, а также Zn, на физиолого-биохимические процессы растений чая и на агробиологический статус бурых лесных кислых почв. Автором установлено существенное повышение урожайности чайного листа и рентабельности производства при внесении в почву борной кислоты, сульфата цинка и кальцийсодержащего

материала, что определяет **практическую значимость** полученных результатов.

Степень обоснованности и достоверности результатов, выводов и заключений, сформулированных в диссертации. В диссертации представлены и проанализированы экспериментальные результаты, полученные в течение 10-летнего периода исследований, проводившихся в полевом опыте с районированным сортом чая Колхида. Благодаря длительному периоду проведения исследований автор смог изучить как годовую, так и сезонную динамику разнообразных показателей, характеризующих реакцию почвы и растений на применение изучаемых удобрений. Проведение исследований как в благоприятные, так и в неблагоприятные по метеоусловиям годы обеспечило высокий уровень обоснованности и объективности выводов и заключений, сделанных диссертантом. Достоверность экспериментальных результатов подтверждена их статистической оценкой и не вызывает сомнения.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии автора во всех этапах проведения исследований. Соискатель самостоятельно проанализировал состояние исследуемой проблемы, совместно с научным руководителем провёл планирование эксперимента, далее самостоятельно выполнил полевые и лабораторные исследования, провёл статистическую обработку, анализ и обобщение экспериментальных данных, сделал аргументированные выводы.

Оценка структуры и содержания диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, семи глав, заключения, предложений для агрохимической практики и производства, библиографического списка и приложений. Изложена на 202 страницах компьютерного текста и включает 39 таблиц и 41 рисунок в тексте. Библиографический список содержит 342 источника, в том числе 111 работ зарубежных авторов.

Первая глава диссертации представляет собой обзор научной литературы, отражающий современное состояние исследований в области минерального питания растений чая. Также в главе описаны природно-климатические условия и почвенный покров района исследований. На основе обобщения научных результатов об эффективности применения различных видов и доз минеральных удобрений на чайных плантациях определены физиологически значимые для культуры чая элементы (Ca, B, Zn), для которых в почвенно-экологических условиях влажных субтропиков России ещё не разработаны способы применения в качестве компонентов системы удобрения.

Во *второй главе* представлены условия, объекты и методы проведения исследований. Приведено подробное описание полевого опыта с удобрениями, заложенного на производственной чайной плантации, сообщается об условиях её закладки и ежегодно проводимых агротехнических мероприятиях. Схема опыта состоит из шести вариантов, включающих отдельное и совместное применение сульфата магния, сульфата цинка и борной кислоты, а также внесение кальцийсодержащих отходов, получаемых при дроблении известняка. Все изучаемые удобрения ежегодно применяли на фоне макроудобрений в дозе N240P70K90. Этот фон служил контрольным вариантом в данном исследовании.

Во второй главе перечислены все стандартные почвенно-агрохимические методы, использованные для оценки изменения уровня плодородия изучаемой почвы, а также подробно описаны физиолого-биохимические и биометрические методы оценки состояния растений чая. Важной частью второй главы диссертации является подробная характеристика метеоусловий десятилетнего периода проведения исследований, где указаны благоприятные и неблагоприятные по метеорологическим параметрам годы.

В *третьей главе* диссертации показано влияние систематического применения изучаемых удобрений на показатели плодородия бурой лесной кислой почвы. Наряду со стандартными агрохимическими параметрами (показатели кислотности, содержание органического вещества и доступных форм макро- и микроэлементов) для комплексной характеристики функционирования почвенной биоты проведено изучение сезонной динамики интегрального показателя – базального дыхания почв (эмиссии CO₂).

Диссертантом установлено, что каждое из удобрений оказывало специфическое влияние на показатели плодородия: применение бора снижало темпы ацидизации почвы и ингибировало её биологическую активность, применение сульфата цинка способствовало увеличению содержания обменных форм кальция и магния при одновременном закреплении избыточных количеств подвижных фосфатов, применение сульфата магния, как и кальцийсодержащего удобрения, способствовало обогащению почвы гумусом и активировало биологические процессы. Влияние всех изучаемых удобрений на показатели почвенной кислотности было сходным – ацидизация почвы, вызываемая высокими дозами макроудобрений, проявлялась слабее.

В *четвёртой главе* диссертации исследовано влияние корневого применения Mg, Ca, B и Zn на фотосинтез, ростовые процессы и урожай чайного листа. Установлено что в годы с благоприятными метеоусловиями корневое применение сульфата цинка, борной кислоты, смеси элементов (Zn+B+Mg) и кальцийсодержащего удобрения усиливало побегообразовательную способность растений чая и обеспечивало достоверную прибавку урожая на 22, 27, 25 и 14% соответственно. При этом в высокоурожайных вариантах с внесением кальция и, в меньшей степени, бора и цинка наблюдалось усиление работы пигментной системы. Также в этих вариантах была выше функциональная активность листьев, оценённая по параметру медленной индукции флуоресценции хлорофилла. В неблагоприятные по метеорологическим условиям годы положительный эффект от применяемых удобрений проявлялся значительно слабее, а для магниевых удобрений наблюдалось снижение продуктивности растений по сравнению с контрольным вариантом.

В *пятой главе* подробно рассматривается влияние изучаемых удобрений на элементный состав листьев и побегов чая. Отдельно проведено изучение элементного состава зрелых листьев, используемых для листовой диагностики условий минерального питания, и ювенильных побегов (трёхлистных флешей), являющихся сырьём для производства чая, то есть основным продуктом чайной плантации. Определено валовое содержание в листьях разного возраста макро- (N, P, K, Ca, Mg) и микроэлементов (Zn, Cu, Mn).

Установлено, что при высоком уровне доступных форм фосфора и калия корневое применение удобрений, содержащих Mg, Ca, B и Zn, не оказывало существенного влияния на фосфорный и калийный статус зрелых листьев чая. Значимое снижение концентрации азота имело место в зрелых листьях высокоурожайных вариантов. Несмотря на низкую степень насыщенности почвы основаниями, конкуренция катионов Ca и Mg за обменные позиции в почвенном поглощающем комплексе проявилась в виде антагонистического влияния кальциевого и магниевых удобрений на содержание катионов в листьях: внесение в почву сернокислого магния снижало уровень кальция в листьях, а при внесении кальциевого удобрения снижался уровень магния. Микроэлементный состав зрелых листьев чая определялся почвенно-метеорологическими условиями, возрастом и функциональным состоянием растений, а влияние изучаемых удобрений наблюдалось лишь в виде тенденции.

Для ювенильных побегов (3-х листовых флешей) выявлена прямая связь между концентрацией в них N, P, Ca, Cu, Mn и накоплением этих же элементов в зрелых листьях. Содержание макроэлементов в молодых побегах варьировало в зависимости от биологических волн развития растений, метеорологических условий и питательного режима почв, а влияние удобрений на эту группу показателей было незначительным. При этом корневое внесение изучаемых удобрений повлияло на микроэлементный статус 3-х листовых флешей: применение цинко-содержащих удобрений способствовало увеличению концентрации цинка в чайном сырье в 1,2-1,5 раза по сравнению с контролем; на фоне удобрений, содержащих Ca, B и Zn, отмечено уменьшение содержания меди; в высокоурожайном варианте с применением борной кислоты отмечено пониженное содержание марганца.

В *шестой главе* диссертации рассмотрено влияние удобрений на качественные показатели чайного сырья: механический состав и биохимические характеристики. Экспериментальные данные, представленные в этом разделе, демонстрируют улучшение механического состава сырья во всех вариантах опыта по сравнению с контролем: в наиболее урожайном майском сборе количество 2-х листовых флешей было выше в 1,5 раза. Также в 3-х листовых флешах первой волны роста наблюдалось стабильное увеличение содержания танина под влиянием почти всех изучаемых удобрений, за исключением высокоурожайного варианта с борной кислотой, где показатель был на уровне контроля.

Экономическая эффективность применения удобрений, содержащих Mg, Ca, B и Zn, показана в *седьмой главе* диссертации. За период 2011-2020 гг. раздельное применение удобрений, содержащих Ca, B и Zn, а также применение смеси (Zn+B+Mg) обеспечивало статистически достоверную прибавку урожая 0,7-1,32 т/га, которая повышала рентабельность на 7-12%. При расчёте в ценах 2018-2020 гг. наибольшая рентабельность (27%) была при ежегодном корневом внесении в почву борной кислоты на фоне N240P70K90. Применение кальцийсодержащего удобрения, сульфата цинка и смеси (Zn+B+Mg) также обеспечивало уровень рентабельности более 20%, что является экономически выгодным.

Текстовая часть диссертации завершена заключением и предложениями для агрохимической практики и производства. В этих разделах автор на основании результатов проведённых исследований формулирует выводы, которые полностью соответствуют поставленным задачам.

Диссертация хорошо оформлена, рисунки и таблицы наглядно отражают экспериментальный материал и способствуют пониманию и оценке результатов и выводов исследования.

Результаты научных исследований, изложенные в диссертации, прошли **апробацию** при выступлениях автора на 7 очных и 6 заочных научных мероприятиях. Основное содержание диссертации отражено в 24 научных статьях, из которых 13 опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК ВФ, в том числе по одной статье в журналах, индексируемых Scopus и RSCI; одна статья опубликована в базе WoS.

Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций. Результаты диссертационной работы пополняют и расширяют имеющиеся знания об особенностях минерального питания многолетних вечнозелёных растений чая, выращиваемых в сложных климатических условиях, и о возможностях агротехнического управления процессами формирования и накопления листовой биомассы и качеством чайного сырья. Результаты изучения отдельного и совместного применения цинковых, борных и магниевых удобрений позволяют оценить возможность их синергетического либо антагонистического влияния на продуктивность растений и физико-химические свойства бурой лесной кислой почвы. Теоретическое значение имеют результаты диссертации показывающие многолетние тренды воздействия изучаемых удобрений на широкий спектр показателей плодородия.

Определение пороговых уровней концентрации в бурых лесных кислых почвах подвижного цинка и водорастворимого бора и обменного кальция, при достижении которых необходимо включать в систему удобрения чайных плантаций соответствующие элементы минерального питания, имеет важное практическое значение для производителей чая, возделывающих эту культуру в субтропической зоне Краснодарского края. Рентабельность и экологическая безопасность корневого внесения изучаемых удобрений в дозах, рассмотренных в диссертационной работе, открывает возможность для ускоренного внедрения данного агротехнического приёма в практику чаеводства.

Замечания к диссертационной работе:

1. Поскольку в многолетних насаждениях физические и химические свойства почвы в рядах и междурядьях могут сильно различаться, желательно было указать в методическом разделе диссертации, на каком расстоянии от растений отбирали почвенные пробы.

2. В диссертации недостаточно сведений о свойствах кальцийсодержащего природного материала, использованного в эксперименте. В отечественной агрохимической школе изучение теоретических и практических аспектов применения известковых удобрений начато более 100 лет назад, и к настоящему времени разработаны универсальные методические подходы к определению доз различных кальцийсодержащих материалов и сравнению их агрохимической эффективности. Определение нейтрализующей способности отходов горнодобывающего производства, использованных для улучшения кальциевого питания чайных растений, помогло бы создать более универсальные рекомендации по управлению кальциевым режимом чайных плантаций.
3. В диссертационной работе представлены данные об изучении сезонной динамики агрохимических показателей и базального дыхания почвы только за 2012 г., который отличался неблагоприятными метеоусловиями (недостаточным увлажнением в летний период). Возможно сезонная динамика показателей плодородия бурой лесной кислой почвы в годы с оптимальным количеством осадков существенно отличается от представленной в диссертации.
4. В диссертации имеются таблицы и рисунки, на которых не приведены результаты обработки данных методами математической статистики.
5. Не вполне корректно при оценке содержания Zn в чайном сырье ориентироваться на ПДК для овощей и фруктов. Поскольку чайные листья не употребляются непосредственно в пищу, возможно, стоит оценивать количество цинка, экстрагируемое из листьев в напиток, и далее ориентироваться на ПДК для напитков, либо для питьевой воды.

Перечисленные замечания не снижают теоретическую и практическую значимость проведённых диссертантом исследований. Научные положения, выводы и рекомендации, представленные в диссертации и автореферате Великого А.В. «Влияние корневого применения биогенных элементов (Mg, Ca, B, Zn) на плодородие бурых лесных кислых почв, урожай и качество зелёного чайного листа в условиях влажных субтропиков России», отвечают требованиям **Положения ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям**. Содержание автореферата хорошо отражает содержание диссертации и соответствует опубликованным статьям.

Заключение. Диссертация Великого А.В. «Влияние корневого применения биогенных элементов (Mg, Ca, B, Zn) на плодородие бурых

лесных кислых почв, урожай и качество зелёного чайного листа в условиях влажных субтропиков России» является законченной научно-квалификационной работой. По своему объёму, научной новизне, обоснованности выводов и практической значимости диссертация соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (ред. от. 11.09.2021 г.), а её автор, Великий Андрей Васильевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04. – агрохимия.

Официальный оппонент:

Кандидат биологических наук (специальность 06.01.04. – агрохимия), ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией агрохимии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур» (ФГБНУ ВНИИСПК)



Елена Вячеславна Леоничева

12 апреля 2022 г.

Адрес: 302530, Орловская область, Орловский район, д.Жилина, ФГБНУ ВНИИСПК; тел.: (4682)42-11-39; e-mail: agro@vniispk.ru

Подпись Е.В.Леоничевой заверяю
Учёный секретарь ФГБНУ ВНИИСПК
кандидат сельскохозяйственных наук



О.В.Панфилова

12 апреля 2022 г.

Председателю
диссертационного совета
Д 220.038.03 на базе
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ
д. с.-х.н., профессору
Нещадиму Н.Н.

Сведения об официальном оппоненте

по диссертационной работе Великого Андрея Васильевича «Влияние корневого применения биогенных элементов (Mg, Ca, B, Zn) на плодородие бурых лесных кислых почв, урожай и качество зеленого чайного листа в условиях влажных субтропиков России», представленной на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04 – агрохимия.

Фамилия, имя, отчество	Тишков Николай Михайлович
Ученая степень	Доктор сельскохозяйственных наук (по специальности 06.01.04 – агрохимия)
Наименование диссертации	Плодородие выщелоченного чернозема Западного Предкавказья и продуктивность зернопропашного севооборота с масличными культурами при длительном применении удобрений
Ученое звание	Старший научный сотрудник
Полное наименование организации в соответствии с уставом на момент представления отзыва	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта» (ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК)
Наименование подразделения	Лаборатория агрохимии агротехнологического отдела
Должность	Главный научный сотрудник
Список основных публикаций в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:	
1. Тишков Н.М. Особенности применения удобрений на подсолнечнике // Современные методы в селекции и технологии возделывания масличных культур. – Материалы школы молодых ученых. – 2018. – С. 95-103.	
2. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Бушнев А.С., Семеренко С.А., Махонин В.Л., Бушнева Н.А., Кривошлыков К.М., Горлова Л.А., Трубина В.С., Зайцев Н.И. Технологии возделывания масличных культур в	

Председателю диссертационного
совета Д 220.038.03 на базе
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ
Нещадим Николаю Николаевичу

Сведения об официальном оппоненте

по диссертационной работе *Великого Андрея Васильевича* на тему
«Влияние корневого применения биогенных элементов (Mg, Ca, B, Zn) на плодородие бурых лесных кислых почв, урожай и качество зелёного чайного листа в условиях влажных субтропиков России»,
представленной на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04 – «Агрохимия».

Фамилия, Имя, Отчество	Леоничева Елена Вячеславна
Ученая степень (с указанием шифра специальности научных работников, по которому защищена диссертация)	Кандидат биологических наук по специальности 06.01.04 – «Агрохимия»
Наименование диссертации	«Влияние свойств дерново-подзолистой почвы и известкования на поступление кадмия, цинка и свинца в растения»
Ученое звание	-
Полное наименование организации в соответствии с уставом на момент представления отзыва	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур»
Наименование подразделения	Лаборатория агрохимии
Должность	Заведующая лабораторией
Список основных публикаций в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет	1. Leonicheva E.V., Stolyarov M.E., Roeva T.A., Leonteva L.I. Calcium in the "soil-plant" system of apple orchard when using nitrogen and potash fertilizers // В сборнике E3S Web of Conferences. Сер. "International Scientific and

Practical Conference "Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achivments and Innovations" FARBA 2021" 2021. DOI: 10.1051/e3sconf/202125405010

2. Леоничева Е.В., Роева Т.А., Леонтьева Л.И., Столяров М.Е. Сезонная динамика минерального азота в агросерой почве яблоневого сада // Вестник КрасГАУ. 2020. №11, С.87-97.

3. Роева Т.А., Леоничева Е.В., Леонтьева Л.И., Столяров М.Е. Влияние условий почвенного питания на продуктивность растений вишни и сезонную динамику минерального азота в корнеобитаемом слое // Садоводство и виноградарство. 2020. № 3. С. 37-43. DOI: 10.31676/0235-2591-2020-3-37-43

4. Столяров М.Е., Леоничева Е.В., Роева Т.А., Леонтьева Л.И. Влияние корневого и некорневого удобрения на качество плодов яблони двух сортов // Агротехнический вестник. 2020. № 6, С. 59-67. DOI: 10.24411/1029-2551-2020-10087

5. Роева Т.А., Леоничева Е.В., Леонтьева Л.И. Фракционный состав воды в побегах яблони, обработанных фолитарными удобрениями // Вестник АПК Ставрополя. 2019, №1(33), С.88-92.

6. Леоничева Е.В., Роева Т.А., Леонтьева Л.И., Столяров М.Е. Динамика калия в системе «плоды-листья-побеги» яблони при использовании некорневых подкормок // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 6. С. 88-92.

7. Леоничева Е.В., Роева Т.А., Леонтьева Л.И., Ветрова О.А., Столяров М.Е. Влияние некорневых подкормок на содержание калия, кальция и магния в плодах двух сортов яблони / Агротехника. 2018. № 8. С. 22-33. DOI: 10.1134/S0002188118080094

8. Роева Т.А., Леоничева Е.В., Леонтьева Л.И. Влияние некорневых

подкормок на содержание калия и фосфора в побегах яблони // Плодоводство и ягодоводство России. 2018. Т. 53. С. 183-188.

9. Леоничева Е.В., Роева Т.А., Леонтьева Л.И., Столяров М.Е., Макаркина М.А. Содержание кальция в плодах и листьях яблони в зависимости от некорневых подкормок // Садоводство и виноградарство. 2018. № 5. С. 49-57. DOI: 10.31676/0235-2591-2018-5-49-57

10. Леоничева Е.В., Роева Т.А., Леонтьева Л.И. Некоторые особенности динамики кальция в системе «побеги-листья-плоды яблони» // Современное садоводство – Contemporary horticulture. 2018. №3(27). С.131-138. DOI: 10.24411/2218-5275-2017-00037

11. Роева Т.А., Леоничева Е.В., Леонтьева Л.И. Водный режим и засухоустойчивость яблони при использовании некорневых подкормок // Вестник аграрной науки. 2017. №6 (69). С. 23-30.

Леоничева

Е.В.Леоничева

«22» февраля 2022 г.

Подпись Е.В.Леоничевой удостоверена

Зав. отделом кадров Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур» (ФГБНУ ВНИИСПК)



Свиридова А.Н.Свиридова