

in the south of Russia was conducted by Eugenia Ignatova (1933–2016), a leading specialist in the field of entomology and protection of subtropical and southern fruit crops in Russia. A graduate of Leningrad Agricultural Institute began working in the south of Russia in 1957. E.A. Ignatova has made an invaluable contribution to the studied species composition of the entomofauna of plant pests on the Black Sea coast of Russia, as well as to the biology of individual species and the dynamics of phytophagous populations; furthermore, she has evaluated the effectiveness of pheromones, biologically active substances, and biological and chemical plant protection products. Based on the long-term research, integrated systems for fruit and subtropical crop protection have been developed. The scientific community has inherited more than 100 printed works by E.A. Ignatova, devoted to pests of citrus crops, peach, apple, persimmon, grapes, ornamental plants and measures to control them, including "Technological regulations for chemical and biological preparations use in peach plants protection" (2010), "Guidelines for the identification of new pest species on ornamental woody plants on the Black Sea coast of the Caucasus" (2015), "Atlas of pests and diseases on stone and seed crops on the Black Sea coast of the Caucasus" (2016), "Protection of hazelnuts from harmful organisms on the Black Sea coast of the Caucasus" (2015), "Atlas of pests and diseases on citrus crops in the humid subtropics of the Black Sea coast of the Caucasus" (2018).

Key words: plant protection, entomologist, scientist, subtropics, citrus crops, pests.

УДК 631.4+631.81(213.1:470.62)

doi: 10.31360/2225-3068-2023-84-154-171

ПОЧВЕННО-АГРОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СУБТРОПИКАХ РОССИИ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XX ВЕКА И ИХ СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ

Козлова Н.В.

*Федеральный исследовательский центр
«Субтропический научный центр Российской академии наук»,
г. Сочи, Россия, e-mail: kozlovanvagro@yandex.ru*

Статья приурочена к 100-летию видного учёного в области почвоведения и агрохимии, доктора сельскохозяйственных наук П.М. Бушина (годы жизни – 1922–2000), более 40 лет руководившего исследованиями данного направления и около 35 лет (1957–1991 гг.) возглавлявшего профильную лабораторию Сочинской опытной станции субтропических и южных плодовых культур (затем НИИГСиЦ, позднее ВНИИЦиСК). Представлены основные направления работы коллектива лаборатории того периода, научные достижения и практический вклад в развитие субтропического растениеводства. Это фундаментальные исследования почв Черноморского побережья РФ; выделение земель под чай, цитрусовые, плодовые и субтропические культуры; разнообразные опыты по удобрению и диагностике минерального питания винограда, чая, плодовых, орехоплодных, цитрусовых культур; закладка многовариантных опытов с удобрениями по схемам Всесоюзной географической сети опытов;

глубокие исследования водного режима почв и поливного режима чая, винограда; масштабные работы по бонитировке почв под многолетними насаждениями; инновационные работы в области цветоводства. В целом исследования второй половины XX-го века внесли весомый вклад в развитие сельскохозяйственной науки. Были разработаны многочисленные инструкции, рекомендации и методические указания, составившие технологии выращивания и применения удобрений для большинства возделываемых в регионе культур. Была сформирована зональная научная школы субтропического почвоведения и агрохимии. В статье также говорится о востребованности результатов работы коллектива лаборатории того периода и развитии исследований в настоящее время. Это актуальность вопросов орошения культур и бонитировочной оценки земель для инвентаризации чайных плантаций; ценность многофакторных опытов с удобрениями как научной базы для комплексных фундаментальных исследований; разработка многокомпонентной (макро-, мезо- и микроэлементной) системы минерального питания; системные исследования агрогенной эволюции/трансформации почв; работы в области биологии почв. Современный уровень почвенно-агрохимических исследований включает целый спектр взаимосвязанных блоков, учитывающих состояние всех компонентов агроэкосистемы с учётом изменчивости метеорологических условий.

Ключевые слова: субтропическое растениеводство, агрохимия и почвоведение, удобрение культур, бонитировка почв, водный режим и орошение, многофакторные опыты, история исследований.

История почвенно-агрохимических исследований во влажных субтропиках России и работы специализированной химической лаборатории (ныне лаборатории агрохимии и почвоведения) насчитывает более 110 лет, начиная ещё с дореволюционных, царских времен: сначала в составе Сочинской сельскохозяйственной и садовой опытной станции, которая претерпев ряд преобразований и переименований прошла достойный путь развития до НИИ горного садоводства и цветоводства, затем ВНИИ цветоводства и субтропических культур (ныне ФИЦ ШЦ РАН). Весь этот период работа коллектива почвенно-агрохимической лаборатории совместно со специалистами других подразделений была направлена на решение практических и теоретических задач по становлению и развитию субтропического растениеводства в России. В данной статье рассматривается период второй половины XX века – период активного и очень продуктивного развития отечественной сельскохозяйственной науки, связанный с восстановлением и общим экономическим подъёмом страны после Победы в Великой Отечественной войне. Именно в этот период, в течение более 40 лет, исследования в области агрохимии и почвоведения нашего научного учреждения шли под руководством Павла Михайловича Бушина – видного учёного в этой области, доктора сельскохозяйственных наук, фронтовика. Во многом именно благодаря

ему была сформирована крепкая зональная школа субтропического почвоведения и агрохимии, которую продолжают развивать его ученики и последователи. В настоящее время, на протяжении уже более 25 лет, исследованиями данного направления руководит Л.С. Малюкова – заведующая лабораторией в период 1996–2005 гг., а ныне главный научный сотрудник, доктор биологических наук, профессор РАН.

Павел Михайлович Бушин родился 8 июня 1922 года в с. Парфеново Алтайского края, в крестьянской семье. После окончания школы в 1939 г. был призван в армию, служил в Западной Украине и с первых дней Великой Отечественной войны оказался на линии фронта. Участвовал в боях под Ровно, Ржевом, был тяжело ранен и демобилизован по инвалидности. Поступил учиться и в 1946 году окончил Ташкентский сельскохозяйственный институт, был направлен на работу в Узбекский НИИ виноградарства им. Шредера научным сотрудником в отдел почвоведения и агрохимии. Занимался малоизученными в условиях Узбекистана вопросами повышения эффективности минеральных удобрений. Были развернуты опытные работы в совхозах и хозяйствах Самаркандской области по изучению развития виноградной лозы в зависимости от глубины, способов и сроков внесения минеральных удобрений в почву в условиях орошаемого виноградарства. Обобщением экспериментальных данных, полученных в результате семилетних (1947–1953 гг.) опытов, явилась кандидатская диссертация П.М. Бушина «Сроки и способы удобрения плодоносящих виноградников в Узбекской ССР», успешно защищённая им в 1955 году.

В 1957 г. Павел Михайлович был приглашен возглавить лабораторию агрохимии и почвоведения Сочинской опытной станции субтропических и южных плодовых культур (наименование станции в тот период). Около 35 лет он заведовал лабораторией (до 1991 года), затем был главным научным сотрудником (до ухода из жизни в феврале 2000 г.), посвятив работе в лаборатории в общей сложности 43 года. Под руководством П.М. Бушина и при его непосредственном участии проведены циклы работ, заложившие фундаментальные научные основы в вопросах понимания генетических, морфологических, агрофизических и агрохимических особенностей почв Черноморского побережья Кавказа; орошения, удобрения и диагностики минерального питания различных культур в условиях влажных субтропиков. Полученные результаты стали основой для многочисленных инструкций, рекомендаций и методических указаний, были использованы при разработке технологии выращивания и применения удобрений для большинства возделываемых в регионе культур (плодовых, чая, винограда, цитрусовых, орехоплодных), орошения чая и

винограда, переданы проектным организациям «Гипрозем» и «Гипроводхоз». В целом по результатам исследования им лично и в соавторстве опубликовано более 70 работ (общим объёмом около 52 печатных листов). Под научным руководством П.М. Бушина выполнен ряд кандидатских диссертаций. Его вклад в развитие сельскохозяйственной науки, многолетний добросовестный труд и научные достижения были отмечены 2 серебряными и 5 бронзовыми медалями ВДНХ, а также многочисленными Почётными грамотами ВАСХНИЛ, края, города и института. Как участник войны он награждён орденом «Отечественная война 1941–1945» I-ой степени и рядом памятных медалей.

Далее будут обзорно представлены научный и практический вклад коллектива лаборатории агрохимии и почвоведения под руководством П.М. Бушина в развитие субтропического растениеводства, востребованность полученных результатов в настоящее время и развитие исследований в данной области науки на современном этапе работы Центра.

В первую очередь нужно отметить весомый вклад лично Павла Михайловича и коллектива под его руководством в фундаментальные исследования почв Черноморского побережья. Описание и характеристика морфологических и генетических особенностей почв региона, их систематизация в зависимости от физико-химических свойств и почвообразующих пород, выполненные тогда, являются базовыми в работе современного поколения почвоведов [7, 13, 14]. В 1950–1960-е годы производилась большая работа по обследованию и выделению почв под цитрусовые, плодовые, чай и субтропические культуры в зоне Черноморского побережья. К примеру, в 1958 г. было выделено 6 000 га земель под плодовые культуры и виноград, а в начале 60-х – 1 000 га под закладку лавра благородного, мандаринов. Результаты обследований на территории различных сельхозпредприятий города вошли в базу данных «Гипрозема». Были разработаны подробные почвенные карты, которые востребованы в работе и сегодня.

В период 1950–80-х годов широко изучались вопросы применения удобрений и окультуривания почв в плодоводстве [20]: эффективность дифференцированного применения минеральных и органических удобрений под основные плодовые и субтропические культуры, возделываемые в субтропической зоне; разработка системы удобрения современных интенсивных садов на Черноморском побережье Кавказа; удобрение молодых садов; свойства и режимы почв в связи с применением удобрений. Проведена целая серия опытов по изучению эффективности внесения удобрений (видов, доз, сроков, способов внесения): на чайных плантациях, на культуре лавра благородного, фундуке, яблоне, груше, персике, фейхоа, хурме восточной,

цитрусовых (карликовый мандарин). В разные годы в этом направлении под руководством П.М. Бушина в коллективе лаборатории агрохимии и почвоведения работали следующие научные сотрудники: Жижина Н.А., Белоусов В.С., Криворучко Г.И., Филиппова Н.А., Голетиани Т.Г. В соавторстве со специалистами по культурам ими разработаны целый ряд методических указаний и рекомендаций по применению удобрений: Рекомендации по применению минеральных удобрений в насаждениях семечковых и косточковых культур на Черноморском побережье Краснодарского края с учётом уровня урожайности и обеспеченности почв питательными элементами (1976); Рекомендации по дифференцированному применению форм азотных удобрений и о периодичности внесения фосфорных и калийных удобрений на чайных плантациях (1979); Рекомендации по выращиванию интенсивных садов яблони и груши в горных районах (1981); Рекомендации по технологии выращивания персика в предгорных и горных районах (1982); Удобрение насаждений плодовых, винограда, орехоплодных, субтропических, цитрусовых и чая на Черноморском побережье Краснодарского края (1983); Рекомендации по применению сложных и концентрированных удобрений на чайных плантациях (1983); Система удобрений молодых плантаций фейхоа (1991); целый ряд других.

В том числе до середины 1980-х годов в связи с работой станции/института по агротехнике винограда, культуре столовых сортов в субтропической зоне Краснодарского края коллектив лаборатории проводил исследования по удобрению и орошению виноградников. Изучались водно-физические свойства почв виноградников; влияние способов предпосадочной обработки почвы, орошения и удобрений на рост и развитие виноградной лозы, урожай и качество винограда; влияние удобрений на содержание азота, фосфора и калия в листьях винограда для диагностики обеспеченности культуры [9, 10, 37]. Здесь пригодился большой научно-практический опыт П.М. Бушина в области орошаемого виноградарства, полученный им ещё в период работы в Узбекистане.

В 1960–70-х гг. велась разработка системы содержания почвы в молодых садах, а также системы окультуривания почв с применением различных сидерационных культур и многолетнего задернения в садах на горных склонах, на спланированных участках [3].



Бушин П.М., служба
в Красной армии,
1939 г.



Чествование ветеранов Великой
Отечественной войны, Бушин П.М.,
1999 г.



Бушин П.М. – выпускник
Ташкентского с.-х.
института, 1946 г.



На виноградниках, Узбекистан, 1950 г.



В лаборатории агрохимии и почвоведения Сочинской опытной станции,
П.М. Бушин и сотрудники, 1967 г.



В 1980-х годах был проведён целый цикл исследований по выращиванию гвоздики ремонтантной в условиях малообъёмной гидропоники. Была разработана технология (включая устройство для выращивания), которая была внедрена на значительной площади (около 2 000 м²), получено Авторское свидетельство [19].

Таким образом в этот период были разработаны технологии выращивания и применения удобрений для большинства возделываемых в регионе культур, а для ряда культур и с применением орошения. В области диагностики минерального питания плодовых культур, чая и винограда в связи с использованием удобрений были установлены научно-обоснованные градации обеспеченности почв субтропической зоны России основными элементами питания, разработаны элементы листовой диагностики для ряда культур.

На современном этапе лаборатория продолжает исследование агрохимических особенностей возделывания, разработку регламентов применения удобрений и диагностики минерального питания для относительно новых или пока малораспространённых в регионе культур. Так в период 2005–2015 гг. такая работа была проведена для таких субтропических плодовых культур как актинидия деликатесная (киви) и азирина трёхлопастная [28, 34].

Особое место в исследованиях всегда занимала культура чая – основная промышленная культура Сочинского Черноморского побережья, единственного чаепроизводящего региона в нашей большой стране.

Так в период 1965–75 годов П.М. Бушиным и руководимой им лабораторией агрохимии и почвоведения были проведены глубокие исследования водного режима почв и обоснования поливного режима чая [8, 11, 12, 22, 43]. Были установлены взаимосвязи между почвенной влагой, осадками и урожайностью чая, связь влагообеспеченности почв и растений с концентрацией клеточного сока. Были разработаны методы диагностики необходимости и сроков полива, поливные нормы. Работа шла в тесном сотрудничестве с физиологом растений Л.А. Филлиповым. Результатом этой большой работы стала докторская диссертация П.М. Бушина «Водный режим почв чайных плантаций и обоснование поливного режима чая во влажных субтропиках РСФСР», успешно защищённая им в 1982 году в Кубанском СХИ. Также изучалось внесение удобрений с поливной водой [44]. Данные разработки действительно широко применялись при орошении производственных чайных плантаций.

Наряду с орошением чая рассматривались перспективы орошения садов плодовых культур [18, 21], в частности изучался режим орошения карликового мандарина. Также изучался режим орошения цветочных культур, а именно гвоздики ремонтантной в защищённом грунте [16].

К вопросу орошения чая учёные нашего Центра возвращались и совсем недавно. В условиях Адыгеи изучалась эффективность и режимы мелкодисперсного дождевания [25]. В настоящее время изучаются способы и режимы орошения, разные системы полива в насаждениях актинидии деликатесной (киви) [5, 6]. Эти исследования опираются на фундаментальные научные основы, заложенные работами П.М. Бушина и Л.А. Филиппова.

В 1980–90-е годы под руководством П.М. Бушина проведены масштабные работы, связанные с бонитировкой почв чайных плантаций. В качестве ключевых участков было подробно исследовано около 660 га в разных чаепроизводящих хозяйствах города, на разных почвах и с различной территориальной привязкой. Оценивали влияние комплекса природных факторов на продуктивность чайных насаждений, исходя из чего были установлены основной бонитировочный критерий потенциала почв и ряд поправочных коэффициентов с учётом месторасположения конкретных участков (т. е. учитывалось влияние рельефа и мезоклиматических условий) [15, 17]. Была разработана система оценки бонитета земель применительно к чаю и затем по этой методике был установлен бонитет основных типов и подтипов почв, а также просчитаны бонитеты практически всех существовавших тогда чайных насаждений (площадью более 1 200 га). Были выделены группы территорий с различным бонитетом – зоны чаеводства. Бонитировка почв под культурой чая вошла в комплексную агроэкологическую оценку почв под многолетние насаждения [26]. Полученные материалы стали частью докторской диссертации Т.Д. Бесединой [2], которая была одним из основных исполнителей этой работы. Позднее принципы и критерии бонитировки и зонирования легли в основу системы инвентаризации и паспортизации чайных плантаций [40] (рис. 1).

Результаты этой работы очень актуальны на современном этапе научной деятельности ФИЦ СЦ РАН по сопровождению отрасли чаеводства. Оценка бонитета конкретных плантаций с учётом всех особенностей и потенциала необходима при решении вопроса о целесообразности восстановления, реконструкции или перезакладки плантаций, ну и конечно в случае закладки новых насаждений. В настоящее время все чаще востребованы работы по оценке состояния заброшенных плантаций. В связи с этим был актуализирован весь материал, касающийся бонитировки земель и зонирования территории влажных субтропиков России для культуры чая, издана обновленная и расширенная методика [4]. В неё вошли и усовершенствованные рекомендации по применению удобрений на чае, которые также учитывают потенциальные возможности плантаций в зависимости от их бонитета и различаются по зонам чаеводства.



Рис. 1. Система инвентаризации и паспортизации чайных плантаций
Fig. 1. The system of inventory and certification of tea plantations

Несмотря на то, что для возделывания чая в субтропической зоне Краснодарского края на разных почвах при различной продуктивности в свое время были изучены и рекомендованы виды, формы, дозы, сроки и способы внесения минеральных удобрений, вошедшие в зональную технологию [35], эта работа была продолжена на более высоком методическом уровне. Так с середины 1980-х годов началась закладка и проведение длительных полевых опытов с NPK-удобрениями на чае по многофакторным схемам, разработанным для Всесоюзной географической сети опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами (куратор Всесоюзный институт агрохимии им. Прянишникова). Большой вклад в эту работу внесла Аргунова В.А. (зав. лаб. агрохимии и почвоведения в 1991–1995 гг.). Опыты были заложены на сортовых чайных плантациях ('Колхида' – в Дагомысе, 'Кимынь' – в Гойтхе), а также на молодой плантации фейхоа. Также по факториальной схеме был заложен опыт и проведены исследования режимов минерального питания культуры лимона (лимон 'Мейера') в защищённом грунте (под руководством Малюковой Л.С. – зав. лаб. в 1996–2005 гг.).

В Гойтхе в таком опыте в течение 10 лет изучался характер воздействия минеральных удобрений на морозостойкость чайного растения, была разработана система минерального питания чая популяции 'Кимынь' (более холодостойкого по сравнению с сортом 'Колхида'), что являлось актуальным в связи с продвижением чая в предгорные районы Краснодарского края [24].

Многофакторный опыт на чае сорта 'Колхида' в Дагомысе поддерживается коллективом лаборатории уже более 35 лет и активно используется в исследованиях до сих пор. Он стал ценнейшей полевой научной базой для комплексных фундаментальных исследований по эффективности и безопасности применения минеральных удобрений в субтропиках России, где изучаются вопросы плодородия и агроэкологического состояния почв, продуктивности и адаптивности растений, качества чайного сырья, и др.

Многолетние данные, полученные на базе этого опыта легли в основу целого ряда кандидатских и докторской диссертаций, научно-методических и практических разработок. Разработана современная система удобрения и методика почвенно-растительной диагностики минерального питания культуры чая [33], и в целом, научная концепция оптимизации плодородия почв и применения минеральных удобрений [32]. Системно изучаются вопросы эволюции плодородия и состояния почв при длительном возделывании монокультуры чая. Описаны различные пути и модели изменения плодородия (деградация, поддержание и воспроизводство, интенсивный рост с последующим убыванием) при различном типе землепользования (экстенсивный, интенсивный, сверхинтенсивный) [30]. В результате многолетнего мониторинга проведено комплексное изучение трансформации почв под культурой чая в зависимости от интенсивности и длительности нагрузки удобрениями [27]. Установлены закономерности, отражающие направленность, степень и скорость изменения базовых почвенных свойств. Оценка состояния почв проводится по целому комплексу показателей плодородия и вещественно-структурных свойств: кислотно-основное и гумусное состояние, азотный, фосфатный и калийный режимы, гранулометрический и минералогический составы, буферность, валовой элементный состав, морфология и др.

Наряду с влиянием на почву обязательно оценивается влияние удобрений на качество чайного сырья и готового продукта, влияние биологически важных элементов на физиологические и биохимические процессы растений, механизмы их адаптации в контрастных метеорологических условиях [1, 38].

Последние 10 лет опыт находится в консервации (применение удобрений полностью прекращено), на его базе комплексно изучаются процессы изменения агрогенно-трансформированных почв после снятия длительной стрессовой нагрузки удобрениями, эффективность последствий удобрения, скорость падения уровня плодородия, стабильность ранее достигнутых вещественно-структурных изменений [29, 45]. Это представляет теоретический и практический интерес с точки зрения экологии почв, выяснения характера их постагрогенной эволюции и способности почв к самовосстановлению.

В 1990-х годах на базе полевых многофакторных опытов с удобрениями проведены исследования микроэлементного состава почв чайных плантаций, основных форм и факторов, контролирующих их подвижность, влияния различных доз NPK-удобрений, микроэлементного состава чайного растения и его связи с урожайностью плантаций [31]. Это стало основой для дальнейших работ по разработке многокомпонентной системы минерального питания с применением ряда биогенных макро-, мезо- и микроэлементов. Для чего был заложен специальный мелкоделяночный опыт, который проводится уже 20 лет. По данному направлению в 2022 году защищена кандидатская диссертация [23] (под руководством Л.С. Малюковой). Изучаются параметры элементного состава чайного сырья, диапазоны содержания широкого спектра химических элементов и основных показателей качества (танин, экстрактивные вещества), определяющих химический региональный профиль сортового чая и его экологическую безопасность [41].

Для оценки экологического состояния почвы (её «здоровья») и безопасности агроприёмов (в т. ч. применения удобрений) в лаборатории, начиная с 2005 года, проводятся исследования в области почвенной энзимологии и микробиологии. Используются функциональные показатели, прямо или косвенно характеризующие состояние живого компонента почвы (почвенного микробоценоза) и его отклик на уровень агрогенной нагрузки: дыхательная и ферментативная активность, интенсивность азотфиксации, структура микробных сообществ (соотношение и численность основных таксономических групп), показатели активности и биоразнообразия микробоценоза по результатам мультисубстратного тестирования. Такая оценка проводится для почв под наиболее промышленно-значимыми культурами региона (чайные плантации, персик, фундук). По этому направлению под руководством доктора биологических наук, профессора РАН Малюковой Л.С. защищены две кандидатские диссертации [39, 42]. Разработана методика почвенной биодиагностики, включающая критерии биоиндикации и нормативы агрогенной нагрузки по уровню изменения показателей относительно эталонных естественных почв [36]. Также изучаются особенности микробно-растительных ассоциаций субтропических культур (состав, видовое разнообразие и структура микробоценозов ассоциированных с растениями).

Таким образом современный уровень почвенно-агрохимических исследований включает целый спектр взаимосвязанных блоков, учитывающих состояние и изменение всех компонентов агроэкосистемы (рис. 2).



Рис. 2. Комплекс взаимосвязанных блоков современных почвенно-агрохимических исследований

Fig. 2. Complex of interrelated blocks of modern soil-agrochemical research

Ретроспективный анализ основных направлений и результатов работы коллектива лаборатории агрохимии и почвоведения второй половины XX-го века показал их весомый вклад в развитие отечественной сельскохозяйственной науки. Разноплановые и глубокие исследования, связанные с изучением почвенно-климатических условий Черноморском побережье Кавказа, пригодности и бонитета почв, с вопросами водного режима и орошения, удобрения и диагностики минерального питания, гидропоники позволили решить серию теоретических и практических задач для успешного развития субтропического растениеводства и цветоводства. Были разработаны многочисленные инструкции, рекомендации и методические указания, определившие технологии выращивания для большинства возделываемых в регионе культур (чай, виноград, цитрусовые, орехоплодные, различные плодовые и субтропические, некоторые цветочные), и широко использовавшиеся в условиях реального производства.

Современные исследования в области агрохимии и почвоведения опираются на фундаментальные научные основы, заложенные работами нескольких поколений учёных, и продолжают развивать традиции и формирование зональной научной школы на новом уровне. Комплексный подход, учитывающий вещественно-структурное и функциональное состояние и изменение всех компонентов агроэкосистемы позволяет получать

новые актуальные теоретические обобщения и практические разработки в области управления почвенным плодородием и повышения устойчивости агроценозов многолетних насаждений, обоснования рационального и безопасного применения минеральных удобрений и в целом эффективного использования ограниченного фонда субтропических почв.

Публикация подготовлена в рамках реализации государственного задания ФИЦ ШЦ РАН FGRW-2021-0010, № государственной регистрации 122032400081-5

Список литературы/References

1. Белоус О.Г., Мальюкова Л.С., Козлова Н.В. Влияние минеральных удобрений на пигментный состав листьев чая в условиях субтропиков России, Субтропическое и декоративное садоводство. 2011; 44 : 135-143. [Belous O.G., Malyukova L.S., Kozlova N.V. Influence of mineral fertilizers on the pigment composition of tea leaves in the subtropics of Russia, Subtropical and ornamental horticulture. 2011; 44 : 135-143. (In Rus)].
2. Беседина Т.Д. Агрогенная трансформация почв влажных субтропиков России под культурой чая. Краснодар: КубГАУ, 2004, 169. [Besedina T.D. Agrogenic transformation of soils in humid subtropics of Russia under tea culture. Krasnodar: KubSAU, 2004, 169. (In Rus)].
3. Беседина Т.Д. Плодородие почв в садах при дерново-перегнойной системе содержания во влажных субтропиках: канд. дис. Краснодар: КубГАУ, 1986. [Besedina T.D. Soil fertility in gardens with sod-humus content in humid subtropics: cand. dis. Krasnodar: KubSAU, 1986. (In Rus)].
4. Беседина Т.Д., Козлова Н.В. Методика бонитировочной оценки земель и зонирования территории влажных субтропиков России для культуры чая. Сочи: ФИЦ ШЦ РАН, 2021, 41. [Besedina T.D., Kozlova N.V. Methodology for land appraisal and zoning of the humid subtropics of Russia for tea culture. Sochi: FRC SSC RAS, 2021, 41. (In Rus)]. ISBN: 978-5-904533-42-7.
5. Беседина Т.Д., Тутберидзе Ц.В., Тория Г.Б. Водный режим влажных субтропиков России и орошение актинидии деликатесной (*Actinidia deliciosa*), Субтропическое и декоративное садоводство. 2018; 66 : 135-144. [Besedina T.D., Tutberidze Ts.V., Toriya G.B. The water regime of the humid subtropics of Russia and the irrigation of *Actinidia deliciosa*, Subtropical and ornamental horticulture. 2018; 66 : 135-144. (In Rus)].
6. Беседина Т.Д., Тутберидзе Ц.В., Тория Г.Б. Диагностика сроков полива *Actinidia deliciosa* во влажных субтропиках России, Плодоводство и ягодоводство России. 2018; 54 : 238-245. [Besedina T.D., Tutberidze Ts.V., Toriya G.B. Diagnosis of the timing of irrigation of *Actinidia deliciosa* in the humid subtropics of Russia, Pomiculture and small fruits culture in Russia. 2018; 54 : 238-245. (In Rus)].
7. Бушин П.М. Агрофизическая характеристика почв в субтропических районах Краснодарского края: Агрофизическая характеристика почв СССР: науч. труды ВАСХНИЛ. М.: Колос, 1980; 5-30. [Bushin P.M. Agrophysical characteristics of soils in the subtropical regions of the Krasnodar Territory: Agrophysical characteristics of soils of the USSR: sc. works of VASKhNIL. M.: Kolos, 1980; 5-30. (In Rus)].
8. Бушин П.М. Влагопотребление и влагообеспеченность культуры чая в субтропиках Краснодарского края, Почвоведение. 1970; 9 : 34-44. [Bushin P.M. Moisture consumption and moisture supply of tea culture in the subtropics of the Krasnodar Territory, Soil Science. 1970; 9 : 34-44. (In Rus)].

9. Бушин П.М. Влияние минеральных удобрений на урожай и качество винограда во влажных субтропиках Краснодарского края; Виноградарство в горной зоне Черноморского побережья: сб. науч. тр. Сочи, 1976; 23 : 67-76. [Bushin P.M. The influence of mineral fertilizers on the yield and quality of grapes in the humid subtropics of the Krasnodar Territory; Viticulture in the mountainous zone of the Black Sea coast: Sat. sc. works. Sochi, 1976; 23 : 67-76. (In Rus)].
10. Бушин П.М. Водно-физические свойства почв виноградников зоны влажных субтропиков Краснодарского края: сб. науч. работ Сочинской опытной станции субтропических и южных плодовых культур. Сочи, 1963; XVII : 180-216. [Bushin P.M. Water-physical properties of soils of vineyards in the zone of humid subtropics of the Krasnodar Territory: collection of scientific papers of the Sochi experimental station of subtropical and southern fruit crops. Sochi, 1963; XVII : 180-216. (In Rus)].
11. Бушин П.М. Орошение и удобрение чайных плантаций в условиях Краснодарского края, Субтропические культуры. 1978; 2-3(154-155) : 139-140. [Bushin P.M. Irrigation and fertilization of tea plantations in the conditions of the Krasnodar Territory, Subtropical crops. 1978; 2-3(154-155) : 139-140. (In Rus)].
12. Бушин П.М. Почвенно-гидрологические условия и эффективность орошения чайных плантаций в горно-субтропической зоне: Водный режим и орошение плодовых и субтропических культур в горных условиях: сб. науч. тр. Сочи, 1975; 21 : 43-93. [Bushin P.M. Soil-hydrological conditions and the efficiency of irrigation of tea plantations in the mountainous subtropical zone: Water regime and irrigation of fruit and subtropical crops in the mountains: collection of scientific papers, Sochi, 1975; 21 : 43-93. (In Rus)].
13. Бушин П.М. Почвы и удобрения в горно-субтропическом садоводстве. Сочи, 1969, 230. [Bushin P.M. Soils and fertilizers in mountain subtropical gardening. Sochi, 1969, 230. (In Rus)].
14. Бушин П.М. Почвы субтропической зоны Краснодарского края: Доклады Сочинского отдела Географического общества СССР. Ленинград, 1971; 2 : 139-163. [Bushin P.M. Soils of the subtropical zone of the Krasnodar Territory: Reports of the Sochi Department of the Geographical Society of the USSR. Leningrad, 1971; 2 : 139-163. (In Rus)].
15. Бушин П.М. Чаепригодные почвы северного склона Главного Кавказского хребта в границах Краснодарского края: Перспективы возделывания плодовых, ягодных, субтропических культур и чая в республике Адыгея: сб. статей. Майкоп, 1994; 64-71. [Bushin P.M. Tea-suitable soils of the northern slope of the Main Caucasian Range within the boundaries of the Krasnodar Territory: Prospects for the cultivation of fruit, berry, subtropical crops and tea in the Republic of Adygea: collection of scientific papers, Maikop, 1994; 64-71. (In Rus).]
16. Бушин П.М., Беседина Т.Д., Ефимченко В.И. Режим орошения гвоздики ремонтантной в защищённом грунте: Промышленное выращивание цветочных культур на юге СССР: сб. науч. тр. Сочи, 1986; 33 : 35-42. [Bushin P.M., Besedina T.D., Efimchenko V.I. Irrigation regime of remontant carnation in protected ground: Industrial cultivation of flower crops in the south of the USSR: collection of scientific papers, Sochi, 1986; 33 : 35-42. (In Rus)].
17. Бушин П.М., Беседина Т.Д., Копылов С.С. О критериях бонитировки почв чайных плантаций субтропиков России: Цветочные, субтропические и плодовые культуры на юге России: науч. труды. Сочи, 1994; 38 : 128-141. [Bushin P.M., Besedina T.D., Kopylov S.S. On the criteria for evaluating soils of tea plantations in the subtropics of Russia: Flower, subtropical and fruit crops in the south of Russia: sc. works. Sochi, 1994; 38 : 128-141. (In Rus)].
18. Бушин П.М., Беседина Т.Д. Агрометеорологическое и почвенное обоснование целесообразности орошения садов на Черноморском побережье Краснодарского края, Плодоовощное хозяйство. 1985; 11 : 25-29. [Bushin P.M., Besedina T.D. Agrometeorological and soil substantiation of the expediency of irrigation of orchards on the Black Sea

- coast of the Krasnodar Territory, Plodoovoshhnoe hozjajstvo. 1985; 11 : 25-29. (In Rus)].
19. Бушин П.М., Ефимченко В.И., Беседина Т.Д. Авторское свидетельство № 128782 СССР. Устройство для выращивания растений: № 4294245/30-15: заявл. 26.04.1988: зарегистр. Госком СССР по делам изобретений и открытий VI. 1988. [Bushin P.M., Efimchenko V.I., Besedina T.D. Author's certificate No. 128782 USSR. Device for growing plants: No. 4294245/30-15: Appl. 04/26/1988 : registered State Committee for Inventions and Discoveries VI. 1988. (In Rus)].
20. Бушин П.М., Жижина Н.А. Итоги работ по удобрению субтропических и южных плодовых культур: Научные труды. Сухуми: Алашара, 1969; XVIII : 357-379. [Bushin P.M., Zhizhina N.A. Results of work on the fertilization of subtropical and southern fruit crops: Sc. works. Sukhumi: Alashara, 1969; XVIII : 357-379. (In Rus)].
21. Бушин П.М., Инденко И.Ф. Водный режим почв и перспективы орошения плодовых культур в горно-субтропической зоне Краснодарского края: Водный режим и орошение плодовых и субтропических культур в горных условиях: сб. науч. тр. Сочи, 1975; 21 : 219-232. [Bushin P.M., Indenko I.F. Water regime of soils and prospects for irrigation of fruit crops in the mountainous subtropical zone of the Krasnodar Territory: Water regime and irrigation of fruit and subtropical crops in the mountains: col. sc. works. Sochi, 1975; 21 : 219-232. (In Rus)].
22. Бушин П.М., Филиппов Л.А. Обоснование параметров для расчёта поливных норм на чайных плантациях Краснодарского края, Субтропические культуры. 1969; 6(104) : 154-158. [Bushin P.M., Filippov L.A. Substantiation of parameters for calculating irrigation norms on tea plantations of the Krasnodar Territory, Subtropical cultures. 1969; 6(104) : 154-158. (In Rus)].
23. Великий 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. Канд. дис., Краснодар: КубГАУ, 2022. [Veliky A.V. Influence of root application of biogenic elements (Mg, Ca, B, Zn) on the fertility of brown forest acidic soils, yield and quality of green tea leaves in the humid subtropics of Russia. Cand. dis. Krasnodar: KubSAU, 2022. (In Rus)].
24. Добежина С.В. Влияние минеральных удобрений на агрохимические свойства почв и продуктивность культуры чая в условиях Краснодарского края. Канд. дис., Москва: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1998. [Dobezhina S.V. The influence of mineral fertilizers on the agrochemical properties of soils and the productivity of tea culture in the conditions of the Krasnodar Territory. Cand. dis. Moscow: Moscow State University. M.V. Lomonosov, 1998. (In Rus)].
25. Добежина С.В. Туов М.Т., Пчихачев Э.К., Шишков М.Б. Мелкодисперсное орошение как основной элемент технологии возделывания чая в условиях Адыгеи и его влияние на показатели почвенного плодородия, Субтропическое и декоративное садоводство. 2020; 72 : 99-107. [Dobezhina S.V. Tuov M.T., Pchikhachev E.K., Shishkov M.B. Fine-dispersed irrigation as the main element of tea cultivation technology in the conditions of Adygea and its influence on soil fertility indicators, Subtropical and ornamental horticulture. 2020; 72 : 99-107. (In Rus)].
26. Козин В.К., Беседина Т.Д., Бушин П.М. Методика комплексной агроэкологической оценки почв под многолетние насаждения. Сочи, 1992, 45. [Kozin V.K., Besedina T.D., Bushin P.M. Methodology for a comprehensive agroecological assessment of soils for perennial plantings. Sochi, 1992, 45. (In Rus)].
27. Козлова Н.В. Состояние бурых лесных кислых почв чайных плантаций при длительном применении минеральных удобрений в субтропиках России. Канд. дис., Москва: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2008. [Kozlova N.V. The state of brown forest acidic

- soils of tea plantations with long-term use of mineral fertilizers in the subtropics of Russia. Cand. dis. Moscow: Moscow State University. M.V. Lomonosov, 2008. (In Rus)].
28. Козлова Н.В., Гребенюков С.Н., Юткина И.В., Губарева А.А., Рогожина Е.В. Технологический регламент применения удобрений при возделывании киви – актинидии сладкой (*Actinidia deliciosa*) в субтропиках России: Инновационные разработки в области возделывания субтропических и южных плодовых культур; сб. науч. тр. Сочи: ВНИИЦиСК, 2016; 83-111. [Kozlova N.V., Grebenyukov S.N., Yutkina I.V., Gubareva A.A., Rogozhina E.V. Technological regulations for the use of fertilizers in the cultivation of kiwi - sweet actinidia (*Actinidia deliciosa*) in the subtropics of Russia: Innovative developments in the cultivation of subtropical and southern fruit crops; Sat. scientific papers Sochi: RRIF SC, 2016; 83-111. (In Rus)].
29. Козлова Н.В., Керимзаде В.В. Функциональная активность почв чайных плантаций после снятия нагрузки удобрениями, Агрохимический вестник. 2022; 4 : 55-60. [Kozlova N.V., Kerimzade V.V. Functional activity of tea plantation soils after removal of fertilizer load, Agrochemical Herald. 2022; 4 : 55-60. (In Rus)]. DOI: 10.24412/1029-2551-2022-4-010.
30. Козлова Н.В., Малюкова Л.С., Керимзаде В.В. Концептуальная модель эволюции плодородия бурых лесных кислых почв чайных плантаций влажных субтропиков России при агрогенном воздействии. Сочи: ФИЦ ШЦ РАН, 2020, 76. [Kozlova N.V., Malyukova L.S., Kerimzade V.V. Conceptual model of fertility evolution of brown forest acidic soils of tea plantations in the humid subtropics of Russia under agrogenic impact. Sochi: FRC SSC RAS, 2020, 76. (In Rus)]. ISBN: 978-5-904533-33-5.
31. Малюкова Л.С. Микроэлементы в системе «почва – чайное растение» в условиях субтропиков России. Сочи: ВНИИЦиСК, 2011, 114. [Malyukova L.S. Trace elements in the soil-tea plant system in the subtropics of Russia. Sochi: RRIF and SC, 2011, 114. (In Rus)]. ISBN: 978-5-904533-13-7.
32. Малюкова Л.С. Оптимизация плодородия почв и применения минеральных удобрений при выращивании чая в России. Сочи: ВНИИЦиСК, 2014, 416. [Malyukova L.S. Optimization of soil fertility and the use of mineral fertilizers in tea cultivation in Russia. Sochi: RRIF SC, 2014, 416. (In Rus)]. ISBN: 978-5-904533-22-9.
33. Малюкова Л.С., Козлова Н.В., Притула З.В. Система удобрения плантаций чая в субтропиках России. Сочи: ВНИИЦиСК, 2010, 45. [Malyukova L.S., Kozlova N.V., Pritula Z.V. The system of fertilization of tea plantations in the subtropics of Russia. Sochi: RRIF SC, 2010; 45. (In Rus)]. ISBN: 978-5-904533-09-0.
34. Малюкова Л.С., Ксенофонтова Д.В., Козлова Н.В. Эколого-агрохимические особенности возделывания культуры Азимина трёхлопастная в условиях субтропиков России. Сочи: ВНИИЦиСК, 2009, 30. [Malyukova L.S., Ksenofontova D.V., Kozlova N.V. Ecological and agrochemical features of the cultivation of the *Asimina triloba* crop in the conditions of the subtropics of Russia. Sochi: RRIF SC, 2009, 30. (In Rus)].
35. Методические указания по технологии возделывания чая в субтропической зоне Краснодарского края. Сочи: НИИГСиЦ, 1977, 80. [Guidelines for the technology of tea cultivation in the subtropical zone of the Krasnodar Territory. Sochi: RRIF SC, 1977, 80. (In Ru)].
36. Малюкова Л.С. Рогожина Е.В., Струкова Д.В. Диагностика биофункционального состояния агрогенно-изменённых почв под многолетними насаждениями в зоне влажных субтропиков России. Сочи: ФИЦ ШЦ РАН, 2022, 86. [Malyukova L.S. Rogozhina E.V., Strukova D.V. Diagnostics of the biofunctional state of agrogenically modified soils under perennial plantations in the zone of humid subtropics of Russia. Sochi: FRC SSC RAS, 2022, 86. (In Rus)]. ISBN: 978-5-904533-45-8.

37. Огиенко Г.В., Болдырев Н.И., Бушин П.М., Загайный С.А. Культура столовых сортов винограда на Черноморском побережье Краснодарского края. Сочи: НИИГСиЦ, 1972, 21. [Ogienko G.V., Boldyrev N.I., Bushin P.M., Zagainy S.A. Culture of table grape varieties on the Black Sea coast of the Krasnodar Territory. Sochi: RRIF SC, 1972, 21. (In Rus)].
38. Притула З.В., Малюкова Л.С., Козлова Н.В. Влияние минеральных удобрений на биохимические показатели качества чайного листа сорта 'Колхида' в условиях субтропиков России, *Агрохимия*. 2011; 3 : 33-40. [Pritula Z.V., Malyukova L.S., Kozlova N.V. Influence of mineral fertilizers on the biochemical parameters of the quality of the tea leaf of the Colchis variety in the conditions of the subtropics of Russia, *Agrochemistry*. 2011; 3 : 33-40. (In Rus)].
39. Рогожина Е.В. Структурно-функциональное состояние микробного комплекса бурых лесных кислых почв влажно-субтропической зоны России при длительном агрогенном воздействии. Канд. дис., Петропавловск-Камчатский, 2019. [Rogozhina E.V. Structural and functional state of the microbial complex of brown forest acidic soils of the humid subtropical zone of Russia under prolonged agrogenic exposure. Cand. dis. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2019. (In Rus)].
40. Рындин А.В., Беседина Т.Д., Туов М.Т., Козин В.К., Притула З.В., Малюкова Л.С., Козлова Н.В., Терешкин А.С. Инвентаризационный паспорт чайной плантации. Методика и нормативная документация. Сочи: ВНИИЦиСК, 2011, 30. [Ryndin A.V., Besedina T.D., Tuov M.T., Kozin V.K., Pritula Z.V., Malyukova L.S., Kozlova N.V., Tereshkin A.S. Inventory passport of the tea plantation. Methodology and normative documentation. Sochi: RRIF SC, 2011, 30. (In Rus)]. ISBN: 978-5-904533-14-4.
41. Рындин А.В., Малюкова Л.С., Цюпко Т.Г., Козлова Н.В., Воронова О.Б., Гушаева К.С. Особенности элементного состава Краснодарского чая сорта 'Колхида', Новые технологии. 2018; 4 : 224-229. [Ryndin A.V., Malyukova L.S., Tsyupko T.G., Kozlova N.V., Voronova O.B., Guschaeva K.S. Features of the elemental composition of the Krasnodar tea variety Colchis, *New technologies*. 2018; 4 : 224-229. (In Rus)].
42. Струкова Д.В. Биологическая активность бурых лесных почв агроценозов чая, персика, фундука при длительном применении минеральных удобрений в условиях Черноморского побережья России. Канд. дис., Москва: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2014. [Strukova D.V. Biological activity of brown forest soils of agrocenoses of tea, peach, hazelnuts during long-term use of mineral fertilizers in the conditions of the Black Sea coast of Russia. Cand. dis. Moscow: Moscow State University. M.V. Lomonosov, 2014. (In Rus)].
43. Филиппов Л.А., Бушин П.М. Зависимость между влажностью почвы, концентрацией клеточного сока и ростом побегов (флешей) чайного растения, *Физиология растений*. 1969; 16(1) : 61-65. [Filippov L.A., Bushin P.M. Relationship between soil moisture, cell sap concentration and the growth of shoots (flushes) of a tea plant, *Plant Physiology*. 1969; 16(1) : 61-65. (In Rus)].
44. Филиппова Н.А., Бушин П.М., Троянская А.И., Филиппов Л.А. Внесение удобрений с поливной водой под чай: Продуктивность субтропических культур: сб. материалов. Махарадзе-Анасеули, 1982; 240-241. [Filipova N.A., Bushin P.M., Troyanskaya A.I., Filippov L.A. Fertilization with irrigation water for tea: Productivity of subtropical crops: col. materials. Makharadze-Anaseuli, 1982; 240-241. (In Rus)].
45. Kozlova N.V., Malyukova L.S. Change in the soils' fertility level of tea agrocenoses in the transition to cultivation without mineral fertilizers in the humid subtropical zone of Russia, *E3S Web of Conferences*. 2021; 254 : 05009. DOI: 10.1051/e3sconf/202125405009.

**SOIL AND AGROCHEMICAL RESEARCH
IN THE SUBTROPICS OF RUSSIA IN THE LATTER HALF
OF THE 20TH CENTURY AND THEIR MODERN DEVELOPMENT**

Kozlova N.V.

*Federal Research Centre
the Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences,
Sochi, Russia, e-mail: kozlovanvagro@yandex.ru*

The paper is dedicated to the 100th anniversary of a prominent scientist in the field of soil science and agrochemistry, Doctor of Agricultural Sciences P.M. Bushin (years of life – 1922–2000), who led research in this field for more than 40 years and for about 35 years (1957–1991) headed the profile laboratory in Sochi Experimental Station of Subtropical and Southern Fruit Crops (then Research Institute of Mountain Horticulture and Floriculture, later Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops). The main working directions developed by the laboratory team during that period, scientific achievements and practical contribution to the development of subtropical crop production are presented. These are fundamental soil studies on the Black Sea coast of the Russian Federation; allocation of lands for tea, citrus, fruit and subtropical crops; various experiments on fertilization and diagnostics of mineral nutrition for grapes, tea, fruit, nut and citrus crops; multivariate trial establishment with fertilizers according to the schemes used by the All-Union Geographical Network of Field Experiments; in-depth studies of soil water regime and irrigation regime in tea and grapes; large-scale works on soil evaluation under perennial plantings; innovative works in the field of floriculture. In general, the research in the latter half of the 20th century made a significant contribution to the development of agricultural science. Numerous instructions, recommendations and guidelines were developed that made up the technologies in growing and applying fertilizers for most of the crops cultivated in the region. A Zonal Scientific School of Subtropical Soil Science and Agrochemistry was formed. The paper also informs about the relevant results obtained by the laboratory team of that period and the development in research directions nowadays. These are the relevance of crop irrigation and soil evaluation for inventory reconciliation of tea plantations; the value of multifactorial experiments with fertilizers as a scientific basis for complex fundamental research; the development of a multicomponent (macro-, meso- and microelement) mineral nutrition system; systematic studies of agrogenic soil evolution/transformation; work in the field of soil biology. The current level of soil-agrochemical research includes a whole range of interrelated blocks that take into account the state of all components in the agroecosystem, including the variability of meteorological conditions.

Key words: subtropical crop production, agrochemistry and soil science, crop fertilization, soil evaluation, water regime and irrigation, multifactorial experiments, research history.