

Глава 1.
ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

УДК 633.72:631.816 (213.1:470.62)

doi: 10.31360/2225-3068-2021-79-9-27

**ПРОБЛЕМЫ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ
И ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В СУБТРОПИЧЕСКОМ
РАСТЕНИЕВОДСТВЕ РОССИИ**

Рындин А.В., Малюкова Л.С., Козлова Н.В.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр
Российской академии наук»,
г. Сочи, Россия, e-mail: agro-pochva@vniisubtrop.ru.*

В обзоре кратко отражены роль и глобальные функции почвы в биосфере Земли; значение минеральных удобрений в решении проблемы плодородия почв и продовольственной проблемы, масштабы их применения в России и разных странах мира; история почвенно-агрохимических исследований в области субтропического растениеводства России. Подробно представлены основные итоги работы по научному обеспечению отрасли чаеводства, как ведущей отрасли сельского хозяйства региона: разработки в области оптимизации плодородия почв и минерального питания культуры; бонитировочная оценка почв и земель под чайными насаждениями на основе анализа влияния агроэкологических условий на продуктивность культуры; зонирование территории по категориям пригодности для возделывания чая; система паспортизации чайных плантаций. Продемонстрирована эффективность и окупаемость минеральных удобрений, а также темпы падения плодородия почв и урожайности плантаций чая в отсутствие удобрения. Предложены меры, направленные на обеспечение плодородия земель сельскохозяйственного назначения и повышение культуры земледелия в чаеводстве и плодоводстве региона: предъявление научно-обоснованных требований по обеспечению внесения оптимальных норм минеральных удобрений под многолетние насаждения, а также по достижению определённого уровня урожайности плантаций в зависимости от зоны чаеводства и бонитета земель; введение специального агропроизводственного документа – паспорта многолетних насаждений (чайных плантаций, южных плодовых и субтропических культур).

Ключевые слова: влажные субтропики, почвы, оптимизация плодородия, растениеводство, минеральные удобрения, чай, зоны чаеводства, урожайность, экстенсивное возделывание, паспортизация многолетних насаждений, бонитировка земель, законодательные инициативы.

Почва является одним из важнейших компонентов биосферы Земли и выполняет целый ряд глобальных функций, обеспечивающих существование жизни на планете: обеспечение большого геологического и малого биологического круговоротов веществ на земной поверхности; регулирование химического состава атмосферы и гидросферы; регулирование биосферных процессов (в связи с распределением и плотностью живых организмов); аккумуляция активного органического вещества и связанной с ним химической энергии; местообитание и обеспечение живых организмов (микроорганизмов и растений, а через них животных и человека) элементами питания [13, 15]. В связи с пониманием особой общепланетарной роли почвенного покрова, а также его уязвимости, вопросам сохранения почв уделяется значительное внимание в современном мире [14, 51].

Говоря о плодородии почвы в связи с сельским хозяйством, мы рассматриваем лишь её утилитарную функцию, но при этом очень важную для человечества – это обеспечение продовольствием. Население планеты постоянно растёт, а пригодные для земледелия почвенные ресурсы постоянно сокращаются в результате естественных процессов и деятельности человека [23]. Поэтому сохранение и рациональное использование почв, повышение их продукционного потенциала всё более и более актуально. По некоторым расчётам за последние 40 лет около 40 % прироста мирового производства продовольствия получено в результате применения минеральных удобрений [23]. Учитывая негативный опыт избыточного использования удобрений, высоких и сверхвысоких доз при низкой культуре их применения, важнейшей задачей современного земледелия является соблюдение баланса между эффективностью и безопасностью удобрений. И несмотря на то, что интенсивная химизация сельского хозяйства имеет свои негативные последствия, всё-таки пока реальной альтернативы применению минеральных удобрений, по мнению ведущих отечественных и зарубежных аналитиков, не существует [23, 24, 39, 40]. Ни одна даже самая богатая почва не может длительно и систематически обеспечивать потребности культур в элементах питания только за счёт резервов естественного плодородия.

В сельском хозяйстве России с начала 1990-х годов при общем сокращении площадей, одновременно резко сократилось применение всех видов удобрений. Если в период 1980–1990 гг. ежегодное внесение удобрений составляло 130–145 кг д.в. NPK на гектар пашни, то к концу 1990-х оно снизилось до 16 кг д.в./га, что было в 1,5 раза ниже, чем в странах Африки [23, 39]. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) в период 2005–2016 гг. дозы

применяемых удобрений в разных странах мира по сумме кг NPK на гектар пашни составляли: Китай – 425–570; Белоруссия – 150–300; Германия – 150–220; Франция – 100–200; США – 100–130; Финляндия – 75–125; Россия – 18–29 [23]. То есть, в России они и в настоящее время очень невелики; в среднем в 10 раз ниже, чем, например, в Белоруссии и Германии, в 20 раз ниже, чем в Китае.

По мнению экспертов, основная проблема современного земледелия России – это нарастающая деградация почвенного плодородия, в связи с чем и производительность труда в отечественном сельском хозяйстве остаётся пока низкой [14, 23, 39]. Поэтому столь важно на всех уровнях предпринимать все возможные усилия для решения этой проблемы.

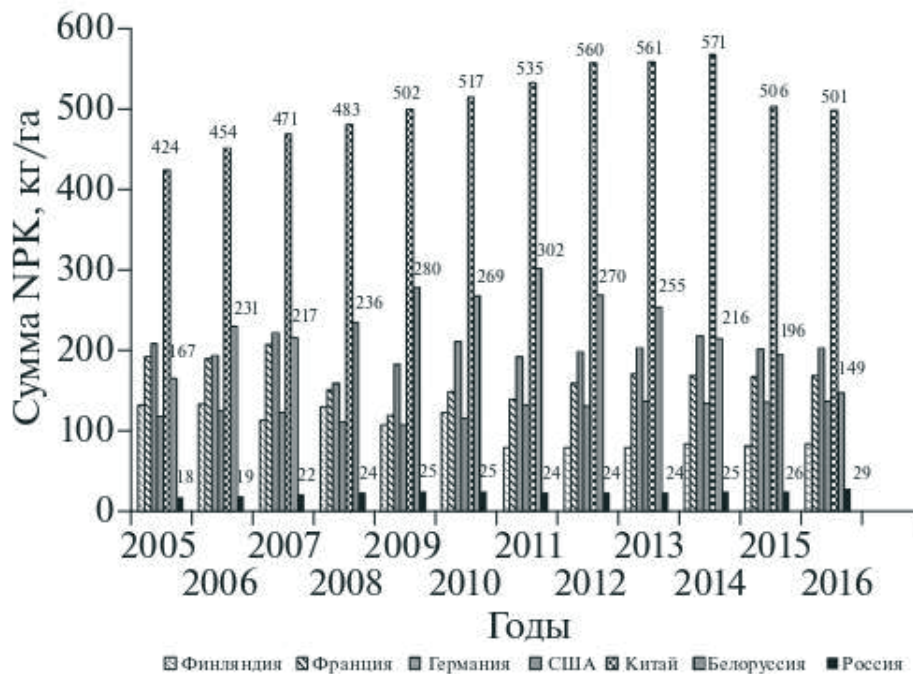


Рис. 1. Дозы применяемых удобрений на гектар пашни в разных странах (ФАО, 2018) (рисунок из статьи В.Н. Кудеярова, 2019 [23]).

История научных исследований в области растениеводства уникального влажно-субтропического региона России, в том числе изучения почвенного покрова и свойств почв, их пригодности и плодородия для целого ряда культур (технических, овощных, субтропических, южных плодовых различных), а также применения удобрений при их

возделывании, насчитывает уже более 120 лет. Химическая лаборатория (ныне лаборатория агрохимии и почвоведения) была оборудована в первые годы после организации в 1894 г. Сочинской сельскохозяйственной и садовой опытной станции (позднее Всероссийский НИИ цветоводства и субтропических культур, а ныне Субтропический научный центр РАН). Первые упоминания в научной литературе об исследовании почв территории станции и серии аналитических работ по изучению их свойств, первых опытах с удобрениями на овощных и ягодных культурах относятся к 1913–1915 гг. Вклад лаборатории в общую работу по становлению и развитию субтропического растениеводства в России, основные исследования, выполненные на разных этапах более чем 100-летнего периода, представлены в обобщающих обзорных статьях [26–28].

Культура чая имеет особое значение для сельского хозяйства нашего субтропического региона, единственного в России, где возможно его производство в промышленных масштабах. Поэтому именно по чаю проведены самые масштабные, разносторонние исследования, как на базе специальных опытов, так и в производственных условиях [50]. Закладка чайных плантаций в промышленных масштабах началась в 30–40-х годах, а основные массивы высажены в 50–60-х годах XX века. В период активного развития отрасли чаеводства общая площадь земель под чайными плантациями достигала 1 600 га (к 1980-м годам), ежегодный валовый сбор сырья – более 7 000 тонн, а производство готового чая – около 2 000 тонн [49, 50]. Достижение высоких урожаев обеспечивалось соблюдением технологии возделывания [38], в том числе регулярным применением минеральных удобрений, а на части плантаций и орошением.

В период массовых закладок чайных плантаций специальными экспедициями почвенно-агрохимических бригад было обследовано около 85 тыс. га земель в регионе, из них под чай было выделено не более 3,5 тыс. га. К 1960-м годам было заложено 2,7 тыс. га плантаций, но в последующие годы часть насаждений была списана из-за сильной изреженности и к концу 1980-х эксплуатировалось около 1,6 тыс. га [49, 50].

В 1980–1990-е годы была проведена большая работа по изучению влияния агроэкологических условий возделывания (почвенных, климатических, рельефных) на продуктивность чайных плантаций в районе Сочинского Черноморского побережья [4, 5, 7–9, 16]. Она охватила большую часть производственных плантаций общей площадью более 1 200 га (в том числе 660 га ключевых участков) в шести чаеводческих хозяйствах г. Сочи. Это позволило разработать и широко апробировать методику бонитировочной оценки почв и земель под чайными насаждениями: установить основной бонитировочный критерий потенциала почв и бонитет основных видов почв, а также

комплекс поправочных коэффициентов, позволяющих учесть влияние орографических и мезоклиматических условий в зависимости от месторасположения конкретных участков (высота над уровнем моря и удалённость, экспозиция и крутизна склона, т. д.) [3, 9, 16]. Результаты бонитировочной оценки земель (по совокупности почвенно-орографических и мезоклиматических условий) по чаепроизводящим хозяйствам и их отдельным подразделениям обобщенно представлены в таблице 1.

Таблица 1

Зонирование отрасли чаеводства во влажных субтропиках России
(по результатам бонитировочной оценки земель в чаеводческих хозяйствах г. Сочи, 1987–1992 гг.)

Зоны	Местоположение	Площадь		Средневзвешенный бонитет, баллы	Урожайность, ц/га
		га	%		
Первая	По зоне	573	44,9	79	63,0
I. 1	«Дагомысчай»: Уч-Дере, Волковка, Бетонный мост, Варваровка, Ордынка, Сергей-Поле, Шаумяновка, Васильевка	452	35,4	81	64,8
I. 2	«Шапсугский чай»	121	9,5	70	56,0
Вторая	По зоне	628	49,2	53	44,0
II. 1	«Дагомысчай» (3-е отделение): Чёрная гора	152	11,9	57	45,6
II. 2	«Адлерский чай»	209	16,4	54	43,2
II. 3	«Солох-аульский чай»	73	5,7	51	40,8
II. 4	«Хоста-чай»: Воронцовка, Илларионовка, Калиновое озеро, Измайловка	194	15,2	50	40,0
Третья	По зоне	77	5,9	38	30,4
III. 1	«Мацестинский чай»	47	4	38	30
III. 2	«Хоста-чай» (верхняя часть): Семёновка, Красная Воля	30	2	37	29,6
Итого:		1 278	100	64	51,2

На основе данных исследований в пределах влажных субтропиков России было выделено несколько групп территорий с различным уровнем пригодности для возделывания чая – зон чаеводства, характеризующихся различными уровнями бонитета земель и потенциальной продуктивности плантаций [3, 6, 46, 48].

В результате было введено понятие **Зоны чаеводства** – территории в пределах влажно-субтропической зоны РФ, определяемые в соответствии с градациями баллов бонитета земель, рассчитанных согласно зональной методике их бонитировки под чайными насаждениями, с учётом места размещения и комплекса почвенных, мезоклиматических, рельефных условий, влияющих на потенциальную продуктивность плантаций. В обобщённом виде зоны чаеводства по категориям пригодности для возделывания культуры чая в привязке к градациям баллов бонитета земель представлены в таблице 2.

Таблица 2

Зоны чаеводства в градациях баллов бонитета земель

Зона чаеводства	Общая характеристика	Бонитет, баллы
Первая	Высокобонитетные участки, лучшие условия для реализации потенциальной продуктивности плантаций	60–80 и выше
Вторая	Среднебонитетные участки, средние (удовлетворительные) условия для реализации потенциальной продуктивности плантаций	40–60
Третья	Низкобонитетные участки, менее благоприятные условия для реализации потенциальной продуктивности плантаций	40–20 и ниже

Для реализации потенциала плантаций требуется оптимальный уровень минерального питания, в свою очередь чаепригодные почвы, являясь уникальным для России ресурсом, требуют особого подхода при сельскохозяйственном использовании, обеспечивающего сохранение и воспроизводство их плодородия. В этом аспекте современные научные разработки в области оптимизации плодородия почв и минерального питания культуры чая [22, 25, 30, 31, 33] являются теоретической и методической базой для практического повышения культуры земледелия в чаеводстве.

В мировой практике дозы применения удобрений при выращивании чая существенно варьируют, что связано с региональными традициями и особенностями чаепроизводства (технологическими,

климатическими, сортовыми), интересами торговли и общим уровнем экономического развития стран. В первую очередь речь идёт об азотных удобрениях. В Китае (45 % мирового производства, потребления и экспорта) [53] ежегодно вносят от 280 до 750 кг азота на гектар (в среднем 550 кг д.в./га), а 300–450 кг д.в./га считают оптимальной дозой [56]. В Японии при высоком уровне технологии применяют от 300–500 до 800 кг д.в./га, в то же время во Вьетнаме вносят только около 40 кг [55]. Но, преимущественно, диапазон составляет 100–300 кг азота на гектар: Индия – до 135; страны Африки – 100–250; Австралия – 200–300; Шри-Ланка – 200–300 [25].

В условиях влажных субтропиков России для культуры чая был изучен широкий диапазон доз азотных удобрений (70–210 и 120–600 кг д.в./га на молодых и полновозрастных плантациях, соответственно) в различных сочетаниях с фосфорными (60–180 кг д.в./га) и калийными (50–150 кг д.в./га) удобрениями. Проведённый цикл работ позволил выявить все особенности влияния различных видов и доз минеральных удобрений на агроэкологическое состояние почвы [17, 22, 29, 36, 45, 52], урожайность плантаций, качество сырья и физиологическое состояние растений чая при различных погодных условиях [1, 25, 43]. На этой основе была усовершенствована зональная системы диагностики минерального питания чая и применения удобрений, существенно скорректированы ранее рекомендованные (согласно [38]) к применению нормы NPK-удобрений, разработаны критерии и принципы их дифференцированного подбора исходя из индивидуальных особенностей каждой конкретной плантации. Работа ведётся также и в направлении многокомпонентности системы минерального питания чая с включением в неё биогенных мезо- и микроэлементов [2, 11, 32, 42]. Основные принципы и комплекс критериев современной системы удобрения чайных плантаций представлены на схеме (рис. 2).

Ниже в обобщённом виде приведены ориентировочные годовые нормы NPK-удобрений, рекомендуемые в настоящее время для производственных чайных плантаций в зависимости от зоны чаеводства и бонитета земель (табл. 3). Чем выше продуктивный потенциал плантаций (бонитет земель), тем более высокие нормы могут быть рекомендованы. В пределах указанного для каждой зоны диапазона норма подбирается с учётом уровня обеспеченности почв основными макроэлементами (низкий-средний-высокий); более высокая доза назначается при низкой обеспеченности.

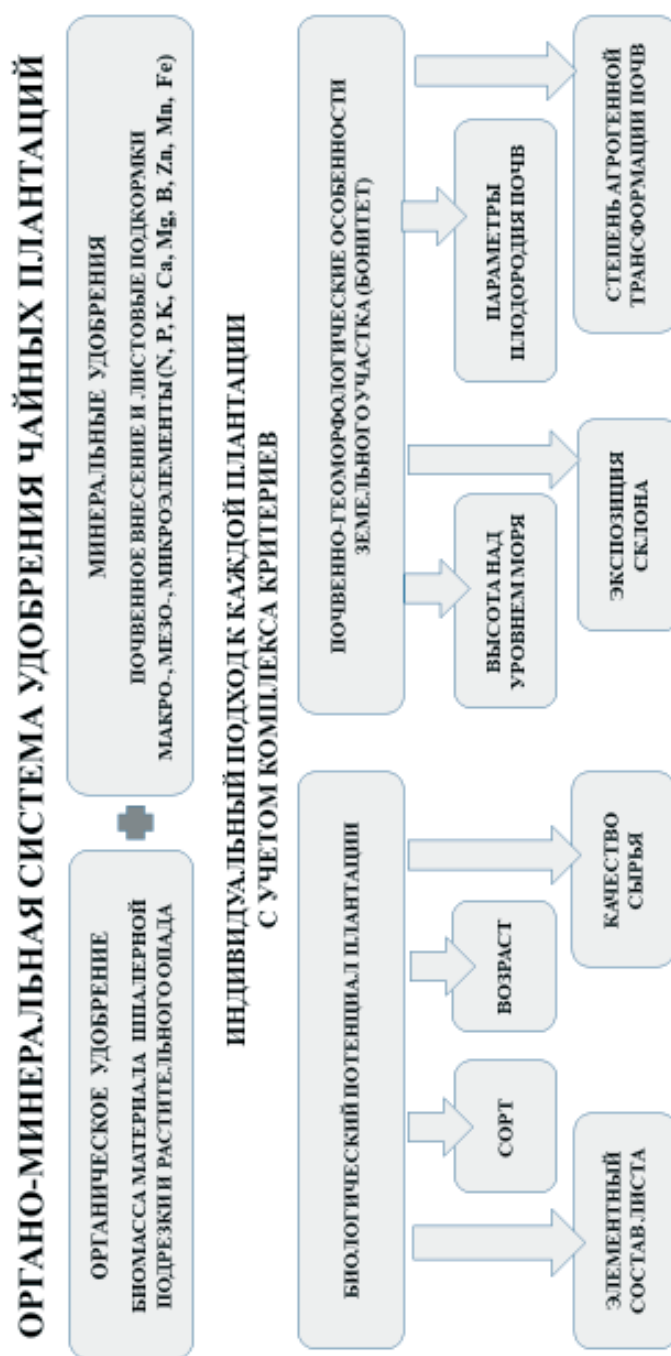


Рис. 2. Органо-минеральная система удобрения чайных плантаций

Таблица 3

**Ориентировочные годовые нормы удобрений
для полновозрастных чайных плантаций по зонам чаеводства,
в зависимости от бонитета земель и уровня обеспеченности почв
элементами питания**

Зона чаеводства	Основное внесение	Летняя подкормка
Первая зона Высоко- бонитетные плантации 60–80 баллов Урожайность 49–64 ц/га	Годовая норма N85-240 P30-70 K35-100 кг д.в./га	
	В туках, кг/га	В туках, кг/га
	Нитроаммофоска 200–450	Мочевина 70–200
	Мочевина 50–150	или
	Сульфат калия 100–200	Аммиачная селитра 100–280
	Итого: 350–800 кг/га	Итого: 70–280 кг/га
	Итого в туках: 420–1 080 кг/га	
Вторая зона Средне- бонитетные плантации 40–60 баллов Урожайность 33–48 ц/га	Годовая норма N60-150 P20-45 K25-60 кг д.в./га	
	В туках, кг/га	В туках, кг/га
	Нитроаммофоска 125–280	Мочевина 50–135
	Мочевина 35–100	или
	Сульфат калия 0–35	Аммиачная селитра 70–170
	Итого: 160–415 кг/га	Итого: 50–170 кг/га
	Итого в туках: 210–585 кг/га	
Третья зона Низко- бонитетные плантации < 40 баллов Урожайность 17–32 ц/га	Годовая норма N40-100 P15-30 K15-40 кг д.в./га	
	В туках, кг/га	В туках, кг/га
	Нитроаммофоска 95–220	Мочевина 40–90
	Мочевина 20–55	или
		Аммиачная селитра 45–115
	Итого: 115–275 кг/га	Итого: 40–115 кг/га
	Итого в туках: 155–390 кг/га	

Примечание: нитроаммофоска (N16P16K16), мочевина (N44), сульфат калия (K45), аммиачная селитра (N34,4)

Отдельно следует отметить, что по результатам длительного многовариантного опыта с удобрениями на чайной плантации интенсивного сорта Колхида (ЗАО «Дагомысчай», пос. Уч-Дере) в режиме ежегодного многолетнего применения с момента закладки плантации оптимальными оказались относительно невысокие дозы азотных удобрений (на

молодых плантациях – 70, а затем 90 кг д.в./га; на полновозрастных – 120, а начиная с 15-летнего возраста 200 кг д.в./га) в сочетании с фосфорными и калийными удобрениями в небольших дозах (50–60 кг д.в./га). В данной схеме был достигнут разумный компромисс между экономической эффективностью и экологической обоснованностью: достаточно высокая продуктивность плантаций и окупаемость удобрений без снижения качества сырья; повышение уровня плодородия почвы без нежелательных её трансформаций [22]. Она может быть рекомендована как базовая при закладке (перезакладке) и дальнейшем возделывании молодых сортовых плантаций.

Обобщённые многолетние данные по опытно-производственной плантации чая Колхида демонстрируют эффективность применения различных доз минеральных удобрений в зависимости от гидротермических условий вегетационного периода (рис. 3). При благоприятных погодных условиях внесение азотных удобрений в дозах 120–360 кг д.в./га в сочетании с фосфорно-калийными удобрениями повышало урожайность плантаций в среднем в 2,5–3 раза, а часто в 4–5 раз и более; 1 кг действующих веществ удобрений окупался прибавкой 11–23 кг урожая [25]. В годы с неблагоприятными условиями экономическая эффективность удобрений гораздо ниже, но и здесь они дают существенную прибавку урожая.

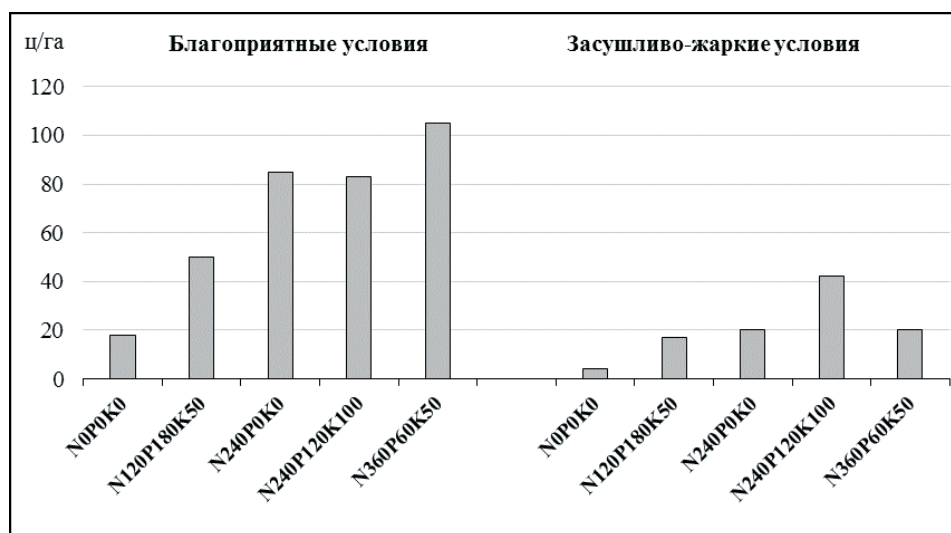


Рис. 3. Средняя многолетняя урожайность полновозрастной плантации чая сорта Колхида в зависимости от доз удобрений и гидротермических условий

Многолетний разноплановый научно-производственный опыт и спектр научно-практических разработок в полной мере способны обеспечить успешное развитие отрасли чаеводства в регионе. К сожалению, отрасль сталкивается со множеством объективных и субъективных проблем последних десятилетий: большие площади полностью заброшенных плантаций; необходимость реконструкции и перезакладки малопродуктивных возрастных плантаций; повысившийся риск проявления неблагоприятных для чая погодных условий; нехватка опытных специалистов; необходимость повышения перерабатывающей мощности местных чайных фабрик; ряд других [50]. Одна из проблем – отсутствие системного применения удобрений, а часто, полный отказ от них, что ведёт к падению урожайности ранее высокопродуктивных чайных плантаций, снижению жизнеспособности растений и ухудшению состояния насаждений в целом, и, конечно же, к истощению почв.

Специальные исследования в полевом опыте, где удобрения в различных дозах вносились под чай регулярно в течении более 25 лет, а затем их применение было полностью прекращено, позволили выяснить темпы падения плодородия почв и урожайности культуры при экстенсивном возделывании [19–21, 54]. Уровень обеспеченности почв азотом, опустился до уровня никогда не удобрявшегося контрольного варианта в течение первых 3-х лет после отмены удобрений; спустя 7–8 лет существенно снизилась обеспеченность почв калием – до уровня истощённых по калию почв, что бывает на высокоурожайных плантациях при интенсивном азотном питании без калийных удобрений; обеспеченность фосфором снизилась в 1,5–2 раза, хотя ранее созданный удобрениями запас пока не был исчерпан и превышал контроль в 2–2,5 раза. Урожайность в отсутствии удобрений была в 2,5–3 раза ниже, чем на той части плантации, где продолжалось регулярное внесение удобрений в оптимальных для нее дозах N240P70K90. По данным грузинских коллег [12], урожайность взрослых высокопродуктивных плантаций при прекращении внесения азотных удобрений в первый же год падает наполовину.

В связи с этим к землевладельцам и землепользователям земельных участков, занятых чайными плантациями (впрочем, как и другими многолетними насаждениями), должны предъявляться требования по обеспечению внесения оптимальной годовой нормы удобрений. Она должна определяться для каждой конкретной плантации согласно научно-обоснованным системам диагностики минерального питания и удобрения чая [25, 30, 33] по результатам почвенно-агрохимического обследования, включающего обязательную оценку

показателей, лимитирующих урожайность и определяющих уровень плодородия почв применительно к культуре (кисотно-основные показатели, степень обеспеченности основными макроэлементами), с учётом зоны чаеводства и бонитета земель.

Безусловно приобретение и внесение удобрений требует определённых финансовых затрат, но они высоко окупаются. Чтобы продемонстрировать окупаемость удобрений в денежном выражении возьмём годовую норму N90P30K30 д.в./га (основное внесение весной – 200 кг нитроаммофоски и 50 кг мочевины; летняя подкормка – 80 кг мочевины). Она примерно соответствует минимальной норме для высокобонитетных плантаций 1-ой зоны, средней норме – для среднебонитетных плантаций 2-ой зоны, и вполне достаточной норме для низкобонитетных плантаций 3-ей зоны (табл. 3). Стоимость этого количества удобрений составит около 7 000 руб./га – а это стоимость всего 2–3 кг готового чая хорошего качества! При этом можно получить прирост урожая 10–20 ц/га и более, а это 250–500 кг и более готового чая. Затраты на приобретение удобрений в такой дозировке для всех эксплуатируемых листосборных плантаций чайных хозяйств г. Сочи, площадь которых в настоящее время не превышает 400 га, составит около 2 800 000 руб. (общий вес удобрений в туках 132 тонны). Эта цифра отражает примерные масштабы необходимого в настоящее время субсидирования хозяйств на приобретение удобрений.

Нельзя ожидать резкого повышения урожайности плантаций в первый же год применения удобрений после их длительного отсутствия. Этого можно добиться лишь в результате планомерного повышения уровня плодородия почв и улучшения общего состояния насаждений. Исследования, проведённые в Грузии, показали, что удобрение угнетённых, ранее длительно неудобрявшихся чайных плантаций довольно быстро усиливало развитие шпалер и увеличивало урожайность в 10 раз – на четвёртый-пятый год при ежегодном применении азота в дозах 300 кг/га [12].

Чтобы обеспечить рациональное использование чаепригодных земель, научно-обоснованную эксплуатацию плантаций, была разработана система их паспортизации (рис. 4) (включая форму типового паспорта чайной плантации), учитывающая все необходимые характеристики и разделы, позволяющие дать оценку текущего состояния и потенциал каждой плантации с определением бонитета земель и зоны чаеводства, и выработать дальнейшие рекомендации по её возделыванию [47].

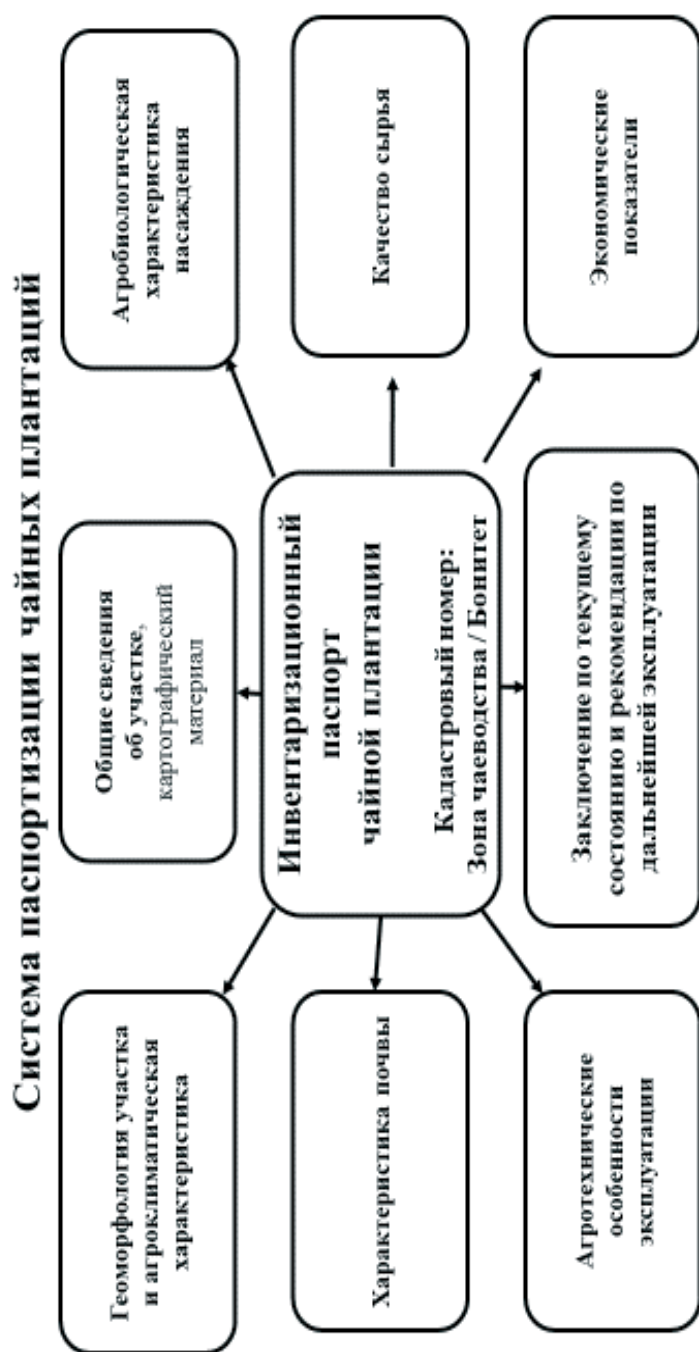


Рис. 4. Система паспортизации чайных плантаций

Важным шагом в реализации программы сохранения и развития чаеводства в России является текущее и перспективное планирование повышения объёмов сбора чая, как за счёт введения в эксплуатацию заброшенных плантаций, так и за счёт повышения урожайности действующих насаждений [50]. Необходимым при этом должно стать предъявление определённых требований к землепользователям по урожайности плантаций, которая должна быть достигнута ими в текущий период. Эти требования должны быть обоснованы с учётом потенциальных возможностей плантаций в зонах чаеводства, а также современного состояния насаждений. Следует исходить из расчёта 30 % от средней потенциальной урожайности по категориям земель (их бонитету) (табл. 1), учитывая снижение на 20 % в связи с возрастом и общим агротехническим состоянием листосборных плантаций, высокую долю ручного сбора, а также высокую вероятность проявления неблагоприятных погодных факторов, существенно снижающих урожайность (в среднем ещё на 50 %). Обоснованными требованиями по обеспечению урожайности полновозрастных чайных плантаций (в отсутствии орошения) в настоящее время можно считать следующие: не менее 17 ц/га в первой зоне чаеводства с бонитетом земель 60–80 баллов и выше; не менее 12 ц/га во второй зоне чаеводства с бонитетом земель 40–60 баллов; не менее 7 ц/га в третьей зоне с бонитетом 40–20 баллов и ниже. Данные требования должны быть установлены лишь на некоторый определённый период (3–5 лет), после чего должны быть пересмотрены в сторону повышения.

Не только для чая, но и для всех без исключения субтропических и южных плодовых культур очень важно научно-обоснованное применение минеральных удобрений для поддержания плодородия почв, поскольку всё это многолетние насаждения. Растения откликаются на внесение удобрений улучшением общего состояния, повышением урожая и товарного качества плодов. Например, фундук, который считается очень неприхотливым к условиям произрастания, без удобрений показывает урожайность в среднем порядка 4–5 ц/га, а при применении NPK-удобрений – в три раза выше [37]. Хурма в зависимости от погодных условий без удобрений даёт урожай от 4 до 30 ц/га, а при регулярном удобрении в умеренных дозах – 56–117 ц/га [41]. Необходимые дозы удобрений определены практически для всех культур, возделываемых во влажно-субтропической зоне России [10, 34, 44], в том числе и для ещё не очень распространённых, но промышленно перспективных, таких как киви [18], и даже для совсем пока экзотических культур, таких как азимина [35], встречающихся у садоводов-любителей.

По аналогии с паспортизацией чайных плантаций, для промышленных насаждений южных плодовых и субтропических культур, также целесообразно введение специального агропроизводственного документа – паспорта многолетних насаждений, в котором будет собрана вся актуальная информация: данные об общей площади земельного массива и экспликации земель, о структуре организации территории (характеристика породно-сортового состава с указанием занимаемой площади); характеристика гидрогеологических условий; классификационная, агрохимическая, почвенно-эрозионная и агроэкологическая характеристика почв; сведения об основных элементах системы обработки почвы, применяемых удобрениях, пестицидах и других агрохимикатах; данные по урожайности возделываемых культур. Ведение и хранение паспортов многолетних насаждений и чайных плантаций должно осуществляться сельскохозяйственными товаропроизводителями (землевладельцами и землепользователями) по единой утверждённой форме, в бумажном и электронном виде, с привлечением соответствующих специалистов.

Практической реализации мер, предлагаемых для повышения культуры земледелия в субтропическом растениеводстве (такие как: зонирование в чаеводстве; предъявление научно-обоснованных требований по достижению определённого уровня урожайности плантаций в зависимости от зоны чаеводства и бонитета земель, а также по обеспечению внесения оптимальных норм минеральных удобрений под чай и другие многолетние культуры; введение специального агропроизводственного документа – паспорта многолетних насаждений) будет содействовать внесению соответствующих изменений в Законы Краснодарского края «О развитии чаеводства на территории Краснодарского края» и «Об обеспечении плодородия земель сельскохозяйственного назначения на территории Краснодарского края».

*Публикация подготовлена в рамках реализации
ГЗ ФИЦ СНЦ РАН № 0492-2021-0010*

Библиографический список

1. Белоус О.Г., Малюкова Л.С., Козлова Н.В. Влияние минеральных удобрений на пигментный состав листьев чая в условиях субтропиков России // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2011. – Вып. 44. – С. 135-143. – ISSN 2225-3068.
2. Белоус О.Г., Притула З.В. Методические рекомендации по внекорневой подкормке микроэлементами полновозрастных растений чая. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2010. – 16 с. – ISBN 978-5-904533-06-9.
3. Беседина Т.Д. Агрогенная трансформация почв влажных субтропиков России под культурой чая. – Краснодар, 2004. – 169 с.

4. Беседина Т.Д., Козин В.К. Агрэкологические требования культуры чая в субтропиках России // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2007. – Вып. 40. – С. 202-211. – ISSN 2225-3068.
5. Беседина Т.Д., Козин В.К. Чай в Краснодарском крае: оценка пригодности почв // Садоводство и виноградарство. – 1999. – № 5-6. – С. 17-19. – ISSN 0235-2591.
6. Беседина Т.Д., Козин В.К. Микрозонирование плантаций чая в субтропиках Краснодарского края // Оптимизация породносортного состава и систем возделывания плодовых культур: сб. науч. тр. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2003. – С. 226-232.
7. Бушин П.М. Агрофизическая характеристика почв чайных плантаций в субтропических районах Краснодарского Края // Агрофизическая характеристика почв предгорных и горных районов юга СССР. – М.: Колос, 1980. – С. 5-29.
8. Бушин П.М. О влиянии температуры и влажности воздуха на урожай чайного листа в субтропической зоне Краснодарского края // Метрология и гидрология. – 1975. – № 3. – С. 93-100.
9. Бушин П.М., Беседина Т.Д., Копылов С.С. О критериях бонитировки почв чайных плантаций субтропиков России // Субтропическое и декоративное садоводство. – 1994. – Вып. 38. – С. 128-141. – ISSN 2225-3068.
10. Бушин П.М., Криворучко Г.И., Голетиани Т.Г., Филиппова Н.А., Эйсерт Э.К. Удобрение насаждений плодовых, винограда, орехоплодных, субтропических, цитрусовых и чая на Черноморском побережье Краснодарского края: методические указания. – Сочи: НИИГСиЦ, 1983. – 34 с.
11. Великий А.В. Эффективность применения мезо- и микроудобрений на чайных плантациях в условиях субтропиков России // Новые технологии. – 2019. – Вып. 4(50). – С. 119-124. – <https://doi.org/10.24411/2072-0920-2019-10411>.
12. Голетиани Г.И. Основы удобрения чайной плантации. – Сухуми: Алашара, 1946. – 191 с.
13. Добровольский Г.В., Бабьева Г.В., Богатырев Л.Г., Владыченский А.С. Структурно-функциональная роль почвы и почвенной биоты в биосфере: коллективная монография. – М.: Наука, 2003. – 364 с.
14. Кирюшин В.И. В.В. Докучаев и современная парадигма природопользования // Почвоведение. – 2006. – № 11. – С. 1285-1292. – ISSN 0032-180X.
15. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. – М.: Наука, 1985. – 263 с.
16. Козин В.К., Беседина Т.Д., Бушин П.М. Методика комплексной агроэкологической оценки почв под многолетние насаждения. – Сочи: НПО НИИЦиГС, 1992. – 45 с.
17. Козлова Н.В. Состояние бурых лесных кислых почв чайных плантаций при длительном применении минеральных удобрений в субтропиках России: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2008. – 24 с.
18. Козлова Н.В., Гребенюков С.Н. Удобрение актинидии сладкой в субтропиках России // Садоводство и виноградарство. – 2014. – № 6. – С. 41-44. – ISSN: 0235-2591.
19. Козлова Н.В., Керимзаде В.В. Состояние бурых лесных кислых почв чайных плантаций в постагрогенный период // Плодоводство и ягодоводство России. – 2016. – Т. 44. – С. 174-181. – ISSN 2073-4948.
20. Козлова Н.В., Керимзаде В.В. Урожайность чая высокопродуктивного интенсивного сорта Колхида при длительном отказе от применения минеральных удобрений // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2020. – № 75. – С. 131-140. <https://doi.org/10.31360/2225-3068-2020-75-131-140>.
21. Козлова Н.В., Малюкова Л.С. Мониторинг плодородия почв и урожайности чайных плантаций при длительном возделывании в субтропиках России без применения

- одного или нескольких видов минеральных удобрений // *Агрохимия*. – 2020. – № 7. – С. 3-10. – <https://doi.org/10.31857/S0002188120040067>.
22. 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: монография. – Сочи: ФИЦ СНЦ РАН, 2020. – 76 с. – ISBN 978-5-904533-33-5.
23. Кудеяров В.Н. Почвенно-биогеохимические аспекты состояния земледелия в Российской Федерации // *Почвоведение*. – 2019. – № 1. – С. 109-121. – <https://doi.org/10.1134/S0032180X1901009X>.
24. Кудеяров А.Ю., Никитишин В.И. Экологические последствия интенсификации сельского хозяйства // *Агрохимия*. – 1988. – № 8. – С. 125-129. – ISSN 0002-1881.
25. Малюкова Л.С. Оптимизация плодородия почв и применения минеральных удобрений при выращивании чая в России. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2014. – 416 с. – ISBN 978-5-904533-22-9.
26. Малюкова Л.С. Становление и развитие научной школы агрохимии и почвоведения во ВНИИ цветоводства и субтропических культур (к 120-летию организации лаборатории агрохимии и почвоведения) // *Субтропическое и декоративное садоводство*. – 2016. – Вып. 57. – С. 31-41. – ISSN 2225-3068.
27. Малюкова Л.С., Бушин П.М. Итоги работы лаборатории агрохимии и почвоведения за 110-летний период и перспективные направления агрохимических исследований // 110 лет в субтропиках России: сб. науч. тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2004. – Вып. 39. – Т. 1. – С. 39-48. – ISSN 2225-3068.
28. Малюкова Л.С., Козлова Н.В. Агрохимические исследования в области субтропического садоводства: достижения, проблемы, перспективы // *Субтропическое и декоративное садоводство*. – 2014. – Вып. 51. – С. 283-290. – ISSN 2225-3068.
29. Малюкова Л.С., Козлова Н.В. Динамика плодородия бурых лесных кислых почв чайных плантаций при длительном применении различных видов и доз минеральных удобрений // *Агрохимия*. – 2018. – № 2. – С. 34-41. – <https://doi.org/10.7868/S0002188118020035>.
30. Малюкова Л.С., Козлова Н.В. Методические рекомендации по комплексной почвенно-растительной диагностике минерального питания чая. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2010. – 37 с. – ISBN 978-5-904533-05-2.
31. Малюкова Л.С., Козлова Н.В. Дифференцированный подбор доз минеральных удобрений на чайных плантациях Черноморского побережья России // *Субтропическое и декоративное садоводство*. – 2012. – Вып. 46. – Т. 1. – С. 260-268. – ISSN 2225-3068.
32. Малюкова Л.С., Козлова Н.В., Великий А.В. Влияние мезо- и микроудобрений на урожай чайного листа и плодородие бурых лесных кислых почв чайных плантаций Черноморского побережья России // *Проблемы агрохимии и экологии*. – 2012. – № 1. – С. 18-21. – ISSN 2072-0386.
33. Малюкова Л.С., Козлова Н.В., Притула З.В. Система удобрения плантаций чая в субтропиках России. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2010. – 45 с. – ISBN 978-5-904533-09-0.
34. Малюкова Л.С., Козлова Н.В., Рогожина Е.В., Струкова Д.В., Керимзаде В.В., Великий А.В. Эколого-агрохимические аспекты возделывания субтропических культур на Черноморском побережье России // *С.-х. биология*. – 2014. – № 3. – С. 24-31. – ISSN 0131-6397.
35. Малюкова Л.С., Ксенофонтова Д.В., Козлова Н.В. Эколого-агрохимические особенности возделывания культуры Азимина трёхлопастная в условиях субтропиков России: рекомендации. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2009. – 30 с. – ISBN 978-5-904533-09-0.

36. Малюкова Л.С., Рындин А.В., Козлова Н.В. Особенности агрогенной трансформации бурых лесных кислых почв чайных плантаций // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2008. – № 4. – С. 26-27. – ISSN 0869-3730.
37. Махно В.Г., Дыбов А.И., Хавелов Е.П. Практические основы возделывания фундука в Российской Федерации. – Белгород: ЛитКараВан, 2015. – 205 с. – ISBN 978-5-902113-87-4.
38. Методические указания по технологии возделывания чая в субтропической зоне Краснодарского края / Т.П. Алексеева и др.; Мин-во сельского хозяйства. – Сочи: НИИГСиЦ, «Краснодарский чай», 1977. – 80 с.
39. Минеев В.Г. Экологические функции агрохимии в современной земледелии // Агрохимия. – 2000. – № 5. – С. 5-13. – ISSN 0002-1881.
40. Минеев В.Г., Ремпе Е.Х. Экологические последствия длительного применения повышенных и высоких доз минеральных удобрений // Агрохимия. – 1991. – № 3. – С. 35-49. – ISSN 0002-1881.
41. Омаров М.Д., Беседина Т.Д. Возделывание хурмы восточной в субтропиках России. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2012. – 162 с.
42. Притула З.В., Малюкова Л.С., Великий А.В. Влияние мезо- и микроудобрений на качество чайного сырья в условиях Черноморского побережья России // Плодоводство и ягодоводство России. – 2014. – Т. 38. – № 2. – С. 52-58. – ISSN 2073-4948.
43. 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. – С. 33-40. – ISSN 0002-1881.
44. Рекомендации по применению удобрений под чай, цитрусовые, тунг и лавр благородный. – М.: Агропромиздат, 1986. – 22 с.
45. Рогожина Е.В. Структурно-функциональное состояние микробного комплекса бурых лесных кислых почв влажно-субтропической зоны России при длительном агрогенном воздействии: дис... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, КГТУ, 2019. – 190 с.
46. Рындин А.В. Агроэкологические аспекты садоводства влажных субтропиков России. – Сочи, ВНИИЦиСК, 2016. – 260 с. – ISBN 978-5-904533-29-8.
47. 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 с. – ISBN 978-5-904533-14-4.
48. Рындин А.В., Козин В.К., Беседина Т.Д. Принципы оптимизации размещения культуры чая на территории Черноморского побережья России // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2009. – Вып. 42. – Т. II. – С. 145-148. – ISSN 2225-3068.
49. Рындин А.В., Туов М.Т. Научное обеспечение отрасли чаеводства в России и приоритетные направления исследований для дальнейшего развития отрасли // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2010. – Вып. 43. – Т. I. – С. 6-10. – ISSN 2225-3068.
50. Рындин А.В., Туов М.Т., Малюкова Л.С. Становление, развитие, современное состояние и научное обеспечение отрасли чаеводства в России // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2019. – Вып. 69. – С. 9-15. – <https://doi.org/10.31360/2225-3068-2019-69-9-15>.
51. Семиколенных А.А. Европейская тематическая стратегия сохранения почв (22.09.2006): обзор документов // Почвоведение. – 2008. – № 12. – С. 1524-1526. – ISSN 0032-180X.
52. Струкова Д.В. Биологическая активность бурых лесных почв агроценозов чая, персика, фундука при длительном применении минеральных удобрений в условиях

- Черноморского побережья России: дис. ... канд. биол. наук. – М., 2014. – 128 с.
53. International Tea Committee. Annual Bulletin of Statistics. – London, UK, 2018.
54. Kozlova N.V., Malyukova L.S. Change in the soils' fertility level of tea agroecosystems in the transition to cultivation without mineral fertilizers in the humid subtropical zone of Russia // E3S Web of Conferences 254, «FARBA 2021». – 2021. – 05009. – <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125405009>
55. Owuor P.O., Othieno C.O., Kamau D.M., Wanyoko J.K. Effects of long-term fertilizer use on a high-yielding tea clone AHPS15/10: Soil pH, mature leaf nitrogen, mature leaf and soil phosphorus and potassium // International Journal of Tea Science (IJTS, India). – 2011-2012. – Vol. 8(1). – P. 15-51. – ISSN 0972-544X.
56. Qiao C., Mia S., Wang Y., Hou J., Xu B. Assessing the Effects of Nitrification Inhibitor DMPP on Acidification and Inorganic N Leaching Loss from Tea (*Camellia sinensis* L.) Cultivated Soils with Increasing Urea-N Rates // Sustainability. – 2021. – 13. – 994. – <https://doi.org/10.3390/su13020994>.

**PROBLEMS OF SOIL FERTILITY
AND APPLICATION OF FERTILIZERS
IN RUSSIAN SUBTROPICAL PLANT GROWING**

Ryndin A.V., Malyukova L.S., Kozlova N.V.

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

The review briefly reflects the role and global functions of soil in the Earth's biosphere; the importance of mineral fertilizers in solving the problem of soil fertility and food problems, the scale of their use in Russia and around the world; the history of soil and agrochemical research in the field of subtropical crop production in Russia. The main work on scientific support of tea growing industry, as the leading branch of agriculture in the region, is presented in more details: developments in the field of soil fertility optimization and mineral nutrition of culture; valuation of soils and lands under tea plantations based on the analysis of agroecological conditions and their impact on crop productivity; zoning of the territory by categories of suitability for tea cultivation; certification system of tea plantations. The effectiveness and payback of mineral fertilizers, as well as the rate of decline in soil fertility and yield of tea plantations during fertilizers absence have been demonstrated. The following measures aimed at ensuring the fertility of agricultural lands and increasing the farming standards in tea growing and fruit growing in the region are proposed: presentation of scientifically-based requirements in order to ensure the optimal rates of mineral fertilizers for perennial plantations, as well as to achieve a certain level of plantation yield depending on the tea growing zone and land bonitet; the introduction of a special agroproduction document – a passport of perennial plantations (tea plantations, southern fruit and subtropical crops).

Key words: humid subtropics, soils, fertility optimization, crop production, mineral fertilizers, tea, tea growing zones, yield, extensive cultivation, certification of perennial plantings, land bonification, legislative initiatives.