УДК 631.4:63:633.72 doi: 10.31360/2225-3068-2025-94-183-194
EDN ORESWW

# ОСНОВНЫЕ ТРЕНДЫ ИЗМЕНЧИВОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ ПОД МНОГОЛЕТНИМИ НАСАЖДЕНИЯМИ ВО ВЛАЖНЫХ СУБТРОПИКАХ РОССИИ

**Малюкова Л.С.**

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

*Малюкова Л.С. orcid.org/0000-0003-1531-5745*

Гумусное состояние почв является одним из интегральных показателей её плодородия, а также в целом экологического состояния агроэкосистемы, поскольку определяет особенности функционирования её эдафического компонента и продуктивности. В условиях интенсивного сельскохозяйственного производства, особенно в условиях горного рельефа, происходят значительные потери гумуса, как за счёт минерализации органических веществ, так и при эрозионных процессах. Это определяет актуальность выявления ключевых трендов изменчивости содержания органического углерода в почвах под

многолетними насаждениями с различными системами их культивирования. Впервые для аккумулятивных горизонтов естественных и агрогенно-изменённых почв под различными фитоценозами (лес, плодовые насаждения, чайные плантации) зоны влажных субтропиков России установлены доминирующие тренды изменчивости содержания органического углерода (а также аппроксимирующие модели), что позволяет осуществлять долгосрочные прогнозы их состояния. Равновесно-сбалансированный тренд многолетней динамики содержания органического углерода был характерен для бурых лесных кислых и бурых лесных слабоненасыщенных почв под естественными фитоценозами. Аккумулятивно-насыщающий тренд (+1 % за 40 лет) установлен для удобряемых бурых лесных кислых почв под культурой чая. Перманентно-минимальный тренд был характерен для бурых лесных кислых почв под чаем, которые в течение 40 лет не удобрялись. Для бурых лесных слабоненасыщенных почв под ротацией плодовых насаждений (мандарин-персик-пар) выявлен перманентно-минимальный тренд (с тенденцией к снижению, – 0,9 % за 94 года), требующий существенной корректировки агротехнологий или смены культурооборота. При периодическом использовании минеральных удобрений в агроценозах формировался циклически-флуктуационный тренд содержания органического углерода.

***Ключевые слова:*** бурые лесные почвы, содержание органического углерода, тренды изменчивости, субтропики России, многолетние фитоценозы.

**Введение.** Природно-климатические условия Черноморского побережья агломерации Сочи с обилием тепла, влаги, разнообразием почв позволяют возделывать здесь различные субтропические и южные плодовые культуры: чай, фундук, хурма, фейхоа, цитрусовые, персик, лавр благородный и другие. Из-за ограниченности земельных ресурсов, пригодных для их культивирования, растения могут возделываться здесь на одном месте длительное время (50 и более лет), испытывая значительный агрогенный прессинг. Учитывая это, сохранение природной целостности и функциональности субтропических почв, как уникального природного объекта и основного средства производства, должно рассматриваться как первоочередная задача при их эксплуатации.

Гумусное состояние почв является одним из интегральных показателей её плодородия, так как определяет особенности функционирования эдафического компонента и продуктивность агросистем [8, 22]. Глобальная роль гумуса реализуется через трансформационные, транспортные и продукционные процессы, непосредственно влияющие на круговорот всех элементов [8, 16, 17]. Поэтому изменения реального содержания органического углерода и гумуса почвы дают в целом информацию об изменении экологического состояния агроэкосистемы. В условиях интенсивного сельскохозяйственного производства, особенно в условиях

горного рельефа, происходят значительные потери гумуса, как за счёт минерализации органических веществ, так и при эрозионных процессах [5, 17]. В этой связи изучению гумусного состояния агрогенно-изменённых почв в зоне влажных субтропиков России всегда уделялось большое внимание. Проводились мониторинговые наблюдения за содержанием гумуса в агрогенных почвах зоны в сравнении с их естественными аналогами [5, 3, 18]. Изучено влияние различных видов и доз минеральных удобрений на содержание органического углерода в условиях длительных полевых опытов с удобрениями под различными многолетними насаждениями [2, 4, 11, 19, 6]. Исследовался качественный состав гумуса и его вариации под влиянием различных доз минеральных удобрений [7, 11]. В рамках длительного полевого опыта с удобрениями оценивалась динамика гумуса в многолетнем ряду наблюдений в почвах под чайными насаждениями при различных дозах минеральных удобрений [12, 15], а также в период их последействия [13, 14]. При этом не были определены длительные временные тренды (более 30 лет) изменчивости содержания органического углерода в сопряжении с контрастными системами многолетнего культивирования бурых лесных кислых и бурых лесных слабоненасыщенных почв. Учитывая важность поддержания пулов биогенных элементов в органическом веществе с краткосрочным и длительным временем существования эти знания важны для прогнозирования возможных трансформаций гумусного и питательного состояния почв при сельскохозяйственном использовании.

Все вышеизложенное определило актуальность и ***цель исследований***, которая заключалась в изучении основных трендов многолетней (30–90 лет) изменчивости содержания органического углерода в почвах влажных субтропиков России, обусловленной системой культивирования.

**Объекты и методы исследования.** Для изучение основных трендов изменчивости содержания органического углерода в аккумулятивных горизонтах естественных и агрогенно-изменённых почв влажных субтропиков России были задействованы архивные и современные экспериментальные данные, полученные в разные периоды (1930–2024 гг.) на ключевых опытных участках под различными насаждениями: естественные фитоценозы, чайные плантации, насаждения субтропических и южных плодовых культур (Опытное поле ФИЦ СНЦ РАН и ЗАО «Дагомысчай»). На опытных участках под чаем, расположенных в ЗАО «Дагомысчай» (агломерация Сочи, Лазаревский район, п. Дагомыс, п. Уч-Дере), естественная почва классифицировалась как бурая лесная кислая малогумусная мощная среднеглинистая, сформированная на элюво-делювии глинистых сланцев (аргиллитов) [10]. Окультуренные почвы под культурой чая классифицировались как

бурые лесные окультуренные, согласно [10], а согласно [9] – как агрозёмы структурно-метаморфические. Для анализа многолетней динамики содержания гумуса в почвах под чаем использовали массивы данных, полученные на 2 участках: длительные полевые опыты с удобрениями (1983–2024 г., описание опытов приведено в источниках [18, 6], варианты N0P0K0, N70-200P60K50, N140-400P120K100, N240P70K90) и Опытно-коллекционный участок под чаем (1989–2024 гг.) с периодическим внесением минеральных удобрений N70-240P60K50.

Почвы опытно-коллекционных участков ФИЦ СНЦ РАН (г. Сочи, Хостинский р-н) классифицировались как бурые лесные слабоненасыщенные малогумусные легкоглинистые плантажированные [10]. Для этого массива отправной точкой рассматривались экспериментальные данные (содержание гумуса, которое пересчитывали на органический углерод с использованием коэффициента 1,724), полученные в 30-е годы прошлого столетия [21]. На протяжении более чем 90-летнего периода на данном участке выращивали субтропические и южные плодовые культуры (слива, мандарин, фундук, персик). Система культивирования почвы зависела от возделываемых культур и на протяжении этого длительного периода была различной: чёрный пар, паро-дерновая, дерново-перегнойная. Внесение минеральных удобрений также варьировало в зависимости от возделываемых культур и их возраста: N100P50K70-N180P90K130 кг д.в./га, присутствовали периоды (90-е годы) без применения минеральных удобрений. В качестве фона для бурых лесных слабоненасыщенных почв был взят участок леса, примыкающий к опытным насаждениям, почва бурая лесная слабоненасыщенная малогумусная легкоглинистая [10]. Содержание органического углерода в почвенных пробах, отобранных с 1983 года, определяли по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91). При построении графиков многолетней изменчивости содержания гумуса использовали средние значения показателя, характерные для осеннего периода. При определении трендов содержания органического углерода использовали положения F. Magdoff and R.R. Weil [25] в интерпретации В.М. Семёнова В.М. и Б.М. Когут [22].

**Результаты и их обсуждение.** Почвы под естественными фитоценозами, эволюционно-формировавшиеся сотни лет, как правило, характеризуются замкнутым циклом круговорота веществ и энергии, что определяет постоянство их химического состава и сложения почвенного профиля. Мониторинг содержания органического углерода в верхних минеральных горизонтах почв под естественными многолетними фитоценозами (буково-грабовый лес и кленово-дубово-вязовый

лес) в течение 40 (бурые лесные кислые почвы) и более 90 (бурые лесные слабоненасыщенные почвы) лет позволил выявить формирование равновесно-сбалансированного тренда, согласно [25, 22] (рис. 1). Этот тренд характеризуется относительно стабильным уровнем органического углерода в почвах в многолетнем ряду наблюдений. Выявляемые при этом флуктуации этого показателя (±0,3 %) могут быть обусловлены вариабельностью метеоусловий, а также объёмов поступающих в почву органических веществ. Следует отметить, что для бурых лесных кислых почв в сравнении с бурыми лесными слабоненасыщенными почвами отмечалась тенденция накопления гумуса.

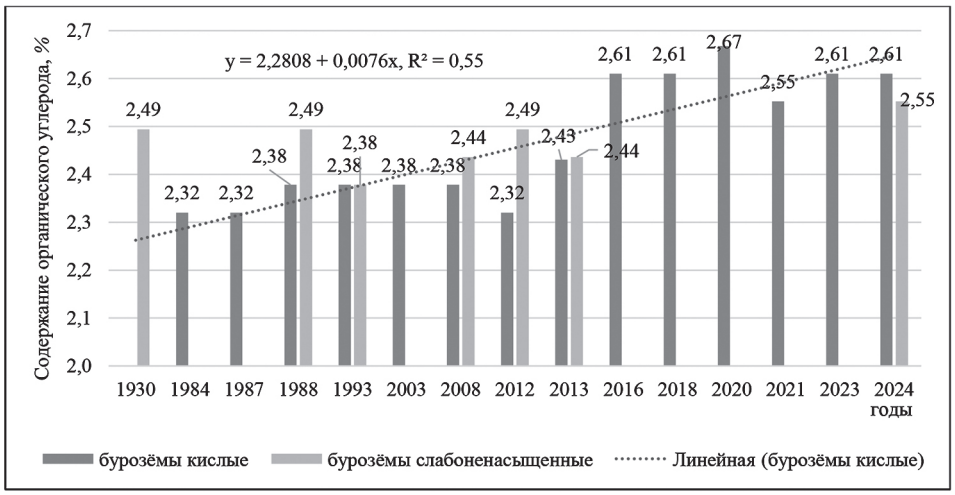


**Рис. 1.** Многолетняя динамика органического углерода в бурозёмах под естественными фитоценозами

**Fig. 1.** Long-term dynamics of organic carbon in brown soils under natural phytocenoses

Чайные агроценозы субтропической зоны России всегда выделяются значительным объёмом поступления в почву органических веществ (до 100 т/га) после ежегодной корректирующей шпалерной и периодической омолаживающей подрезки, что отмечали многие исследователи [5, 3, 11, 18]. Последующие процессы разложения, минерализации, гумификационной и негумификационной стабилизации поступивших в почву органических веществ зависят от многих факторов: свойств почвы (в их числе pH, содержание органического углерода, общего азота, отношения C : N, микробной биомассы) и климатических условий (годовые осадки и температура) [16, 17, 22, 26]. Большое влияние на разложение органического вещества (с выделением или депонирани-

ем углекислого газа) в почве оказывают минеральные удобрения. Так, например, известно, что повышение содержания азота в почвах может существенно влиять на баланс углерода в экосистеме за счёт изменения круговорота питательных веществ: скорости поступления углерода (первичное производство), потерь углерода (разложение органического вещества), а также его секвестрации в экосистеме [24]. При этом, азотные удобрения могут оказывать ингибирующий или стимулирующий эффект на процессы минерализации органических веществ [20, 23, 26]. В нескольких исследованиях показано, что добавление азота вызывало существенное снижение дыхания почв и увеличение наземной секвестрации углерода [20, 24], при этом этот эффект увеличивался с продолжительностью внесения удобрений [20, 26]. Все вышеизложенное согласуется с выявленным трендом многолетней изменчивости органического углерода для удобряемых (более 40 лет) бурых лесных кислых почв, который характеризовался как аккумулятивно-насыщающий (согласно [25, 22]) с приростом органического углерода в количестве 1,0 ±0,2 % за 40 лет (рис. 2). Аналогичный характер многолетней динамики органического углерода и гумуса в почвах чайных плантаций с применением минеральных удобрений отмечали и в других работах, в том числе на разных этапах мониторинга содержания гумуса в рамках полевых опытов с удобрениями [2, 11, 18, 19, 6]. Нужно отметить, что в отсутствие оптимального минерального питания чайные плантации имеют малоразвитый габитус, разомкнутые шпалеры и наличие на поверхности почв травянистого покрова (задернение) [18]. В этих условиях для бурых лесных кислых почв под чаем было установлено низкое содержание органического углерода в течение всего периода наблюдений (40 лет) с незначительной флуктуацией (±0,3 %). Для этих почв был характерен перманентно-минимальный тренд многолетней динамики содержания гумуса, который как правило формируется под фитоценозами с незначительной биомассой и в условиях многолетнего чистого пара [22]. Межгодовая динамика содержания гумуса в почвах под чаем (по сравнению с лесом) характеризовалась более резкими подъёмами и спадами (рис. 2), что указывало на менее стабильное состояние почвенного микробного сообщества, даже в отсутствие минеральных удобрений, что отмечалось нами ранее [20].

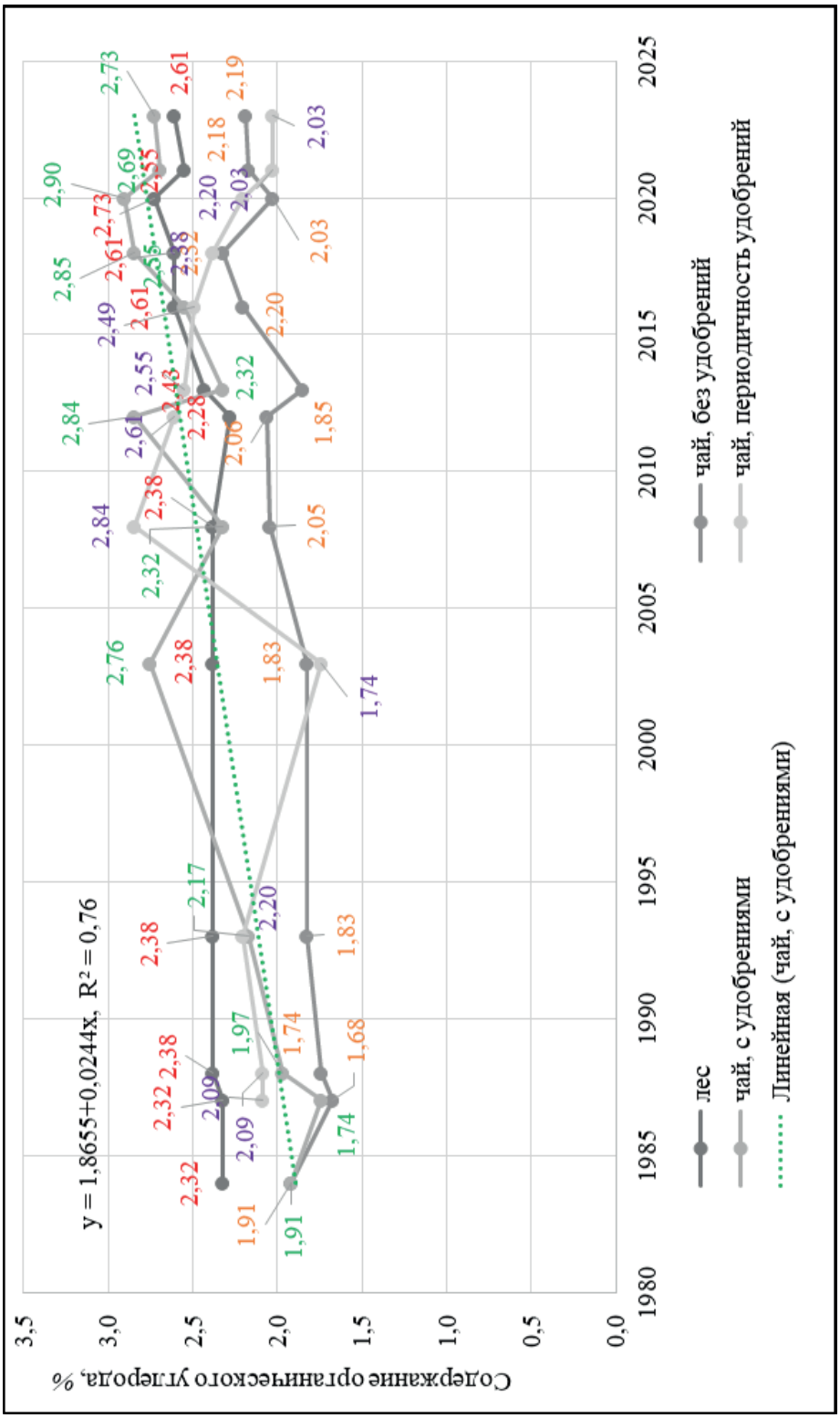


**Рис. 2.** Многолетняя динамика органического углерода в бурых лесных кислых почвах: равновесно-сбалансированный тренд (лес); перманентно-минимальный тренд (чай, без удобрений); аккумулятивно-насыщающий тренд (чай, с удобрениями); циклически-флуктуационный тренд (чай, с периодическим внесением удобрений)

**Fig. 2.** Long-term dynamics of organic carbon in brown forest acidic soils: equilibrium-balanced trend (forest); permanent-minimal trend (tea, without fertilizers); accumulative-saturating trend (tea, with fertilizers); cyclical-fluctuating trend (tea, with periodic fertilizers)

При периодическом использовании минеральных удобрений в агроценозах чайных плантаций формируется циклически-флуктуационный тренд содержания гумуса в почвах (рис. 2). Для него характерна привязанность максимумов содержания гумуса к периодам внесения минеральных удобрений и минимумов – к их последействию. Такой тип динамики был выявлен для почв Опытно-коллекционного участка под чаем, который не удобряли в период с 1993 по 2005 гг.

Для бурых лесных слабоненасыщенных почв под ротацией плодовых насаждений (в последние годы персик, пар) было выявлено достоверное снижение содержания органического углерода (рис. 3).

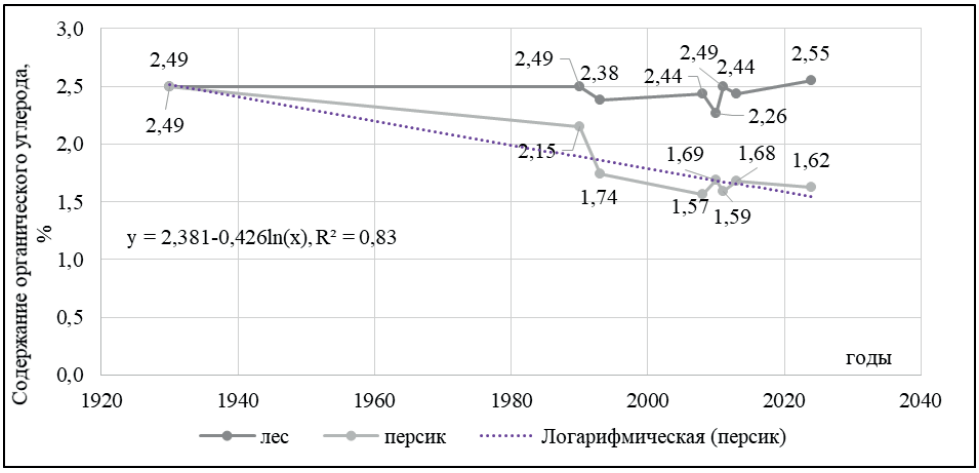


**Рис. 3.** Основные тренды многолетней динамики органического углерода в бурых лесных слабоненасыщенных почвах: равновесно-сбалансированный (лес); перманентно-минимальный (плодовые насаждения-пар)

**Fig. 3.** The main trends in the long-term dynamics of organic carbon in brown forest slightly unsaturated soils: equilibrium-balanced (forest); permanent-minimal (fruit plantations-steam)

Так, исходно его содержание в верхнем аккумулятивном горизонте почв в 30-е годы прошлого столетия составляло 2,5 %, в течение последующих 50 лет (1930–1980 гг.) после введения в сельскохозяйственный оборот оно снизилось на 0,3 % (до 2,2 %). В 90-е годы прошлого столетия при сокращении применения минеральных удобрений наблюдалось еще более резкое падение уровня органического углерода до 1,7 %. (рис. 3). В последние 30 лет при вариабельности показателя на уровне 1,57–1,69 %, произошло достижение квазиравновесного уровня его содержания. В целом в данном временном ряду (за 94 года) содержание органического углерода снизилось в среднем на 0,9 %. Этот тренд можно охарактеризовать как перманент-

но-минимальный с тенденцией к снижению. Выявленный характер многолетней изменчивости органического углерода в бурых лесных слабоненасыщенных почвах под плодовыми насаждениями рассматривается как негативный, требующий существенной корректировки агротехнологий или смены культурооборота.

**Выводы.** Таким образом, для естественных и агрогенно-изменённых почв под различными фитоценозами в зоне влажных субтропиков России к доминирующим трендам содержания органического углерода отнесены следующие: равновесно-сбалансированный (лесные фитоценозы); перманентно-минимальный (чайные плантации без применения минеральных удобрений); аккумулятивно-насыщающий (чайные плантации с применением минеральных удобрений); циклически-флуктуационный (чайные плантации с периодическим внесением минеральных удобрений), перманентно-минимальный (насаждения плодовых культур-пар).

*Публикация подготовлена в рамках реализации государственного задания ФИЦ СНЦ РАН FGRW-2024-0001, № госрегистрации 124022000098-6*

**Список литературы/References**

1. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975, 656 с. [Agrochemical methods of soil research. Moscow: Nauka, 1975, 656 p. (In Rus)].
2. Аргунова В.А., Бушин П.М. Влияние минеральных удобрений на урожай чая и агрохимические показатели почв, Агрохимия. 1992; 2 : 32-40. [Argunova V.A., Bushin P.M. Effect of mineral fertilizers on tea yield and agrochemical parameters of soils, Agrochemistry. 1992; 2 : 32-40. (In Rus)].
3. Беседина Т.Д. Агрогенная трансформация почв влажных субтропиков России под культурой чая. Краснодар: КубГАУ, 2004, 169 с. [Besedina T.D. Agrogenic transformation of soils of humid subtropics of Russia under tea culture. Krasnodar: KubSAU, 2004, 169 p. (In Rus)].
4. Беседина Т.Д. Изменение агрохимических свойств бурых лесных почв и желтозёмов под чайными и фундучными насаждениями в субтропиках России, Агрохимия. 2004; 9 : 39-47. [Besedina T.D. Changes in agrochemical properties of brown forest soils and yellow soils under tea and hazelnut plantations in the subtropics of Russia, Agrochemistry. 2004; 9 : 39-47. (In Rus)].
5. Бушин П.М. Почвы субтропической зоны Краснодарского края. В: Соч. отд-ние Геогр. о-ва СССР / под ред. В.В. Воронцова и др. 1971(2) : 139-163. [Bushin P.M. Soils of the subtropical zone of Krasnodar Krai. In: Works of the Geographical Department of the USSR / ed. V.V. Vorontsov et al. 1971(2) : 139-163. (In Rus)].
6. 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. Сочи, 2022. [Velikiy A.V. The influence of root application of nutrients (Mg, Ca, B, Zn) on the fertility of brown forest acidic soils, the yield and quality of green tea leaves in the humid subtropics of Russia.

Cand. dis. Sochi, 2022. (In Rus)].
7. Владыченский А.С., Малюкова Л.С., Козлова Н.В. Гумусное состояние бурозёмов и его изменение при интенсивном возделывании культуры чая в условиях субтропической зоны РФ, Вестник Московского университета. Сер. 17: Почвоведение. 2007; 4 : 10-16. [Vladychensky A.S., Malyukova L.S., Kozlova N.V. Humus status of brown soils and its change during intensive cultivation of tea crops in the subtropical zone of the Russian Federation, Moscow University Bulletin. Ser. 17: Soil Science. 2007; 4 : 10-16. (In Rus)].
8. Добровольский Г.В., Бабьева Г.В., Богатырев Л.Г. и др. Структурно-функциональная роль почвы и почвенной биоты в биосфере. М.: Наука, 2003, 364 с. [Dobrovolsky G.V., Bab'eva G.V., Bogatyrev L.G., et al. Structural and functional role of soil and soil biota in the biosphere. M.: Nauka, 2003, 364 p. (In Rus)].
9. Классификация и диагностика почв России / авт.-сост. Л.Л. Шишов и др.; под ред. Г.В. Добровольского. Смоленск: Ойкумена, 2004, 342 с. [Classification and diagnostics of soils of Russia / author-compiled by L.L. Shishov, et al.; ed. G.V. Dobrovolsky. Smolensk: Oikumena, 2004, 342 p. (In Rus)].
10. Классификация и диагностика почв СССР / авт.-сост. В.В. Егоров и др. М.: Колос, 1977, 223 с. [Classification and diagnostics of soils of the USSR / author-comp. V.V. Egorov, et al. M.: Kolos, 1977, 223 p. (In Rus)].
11. Козлова Н.В. Состояние бурых лесных кислых почв чайных плантаций при длительном применении минеральных удобрений в субтропиках России. Канд. дисс. Москва: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2008. [Kozlova N.V. State of brown forest acidic soils of tea plantations with long-term use of mineral fertilizers in the subtropics of Russia. Cand. diss. Moscow: Moscow State University named after M.V. Lomonosov, 2008. (In Rus)].
12. Козлова Н.В., Керимзаде В.В. Динамика накопления гумуса в бурых лесных кислых почвах при длительном возделывании чая во влажных субтропиках России, Проблемы агрохимии и экологии. 2019; 3 : 73-78. [Kozlova N.V., Kerimzade V.V. Dynamics of humus accumulation in brown forest acidic soils during long-term tea cultivation in the humid subtropics of Russia, Problems of Agrochemistry and Ecology. 2019; 3 : 73-78. (In Rus)]. DOI: 10.26178/AE.2020.2019.4.001.
13. Козлова Н.В., Керимзаде В.В. Состояние бурых лесных кислых почв чайных плантаций в постагрогенный период, Плодоводство и ягодоводство России. 2016; 44 : 174-181. [Kozlova N.V., Kerimzade V.V. State of brown forest acidic soils of tea plantations in the postagrogenic period, Pomiculture and small fruits culture in Russia. 2016; 44 : 174-181. (In Rus)].
14. 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 : 3-10. [Kozlova N.V., Malyukova L.S. Monitoring soil fertility and productivity of tea plantations during long-term cultivation in the subtropics of Russia without the use of one or more types of mineral fertilizers, Agrochemistry. 2020; 7 : 3-10. (In Rus)]. DOI: 10.31857/S0002188120040067.
15. 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 СНЦ РАН, 2020, 76 с. [Kozlova N.V., Malyukova L.S., Kerimzade V.V. Conceptual model of the evolution of fertility of brown forest acidic soils of tea plantations in the humid subtropics of Russia under agrogenic impact. Sochi: FRC SSC RAS, 2020, 76 p. (In Rus)]. ISBN: 978-5-904533-33-5.
16. Кормилицин В.Ф. Влияние азотсодержащих удобрений на эколого-биохимиче-

скую устойчивость агроэкосистем в каштановой зоне Поволжья, Агрохимия. 2006; 11 : 35-44. [Kormilitsin V.F. The influence of nitrogen-containing fertilizers on the ecological and biochemical stability of agroecosystems in the chestnut zone of the Volga region, Agrochemistry. 2006; 11 : 35-44. (In Rus)].
17. Кудеяров В.Н. Почвенно-биогеохимические аспекты состояния земледелия в Российской федерации, Почвоведение. 2019; 1 : 109-121. [Kudeyarov V.N. Soil-biogeochemical aspects of the state of agriculture in the Russian Federation, Soil Science. 2019; 1 : 109-121. (In Rus)]. DOI: 10.1134/S0032180X1901009X.
18. Малюкова Л.С. Оптимизация плодородия бурых лесных почв и применения минеральных удобрений при выращивании чая в условиях Черноморского побережья России. Докт. дис. Москва: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2013. [Malyukova L.S. Optimization of the fertility of brown forest soils and the use of mineral fertilizers in the cultivation of tea in the conditions of the Black Sea coast of Russia. Dr. diss. Moscow: Moscow State University. M.V. Lomonosov, 2013. (In Rus)].
19. 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 : 34-41. [Malyukova L.S., Kozlova N.V. Dynamics of fertility of brown forest acidic soils of tea plantations with long-term use of various types and doses of mineral fertilizers, Agrochemistry. 2018; 2 : 34-41. (In Rus)]. DOI: 10.7868/S0002188118020035.
20. Малюкова Л.С., Рогожина Е.В., Струкова Д.В. Биологическая активность агрогенно-изменённых почв влажных субтропиков России. Сочи: ФИЦ СНЦ РАН, 2023, 286 с. [Malyukova L.S., Rogozhina E.V., Strukova D.V. Biological activity of agrogenically modified soils in the humid subtropics of Russia. Sochi: FRC SSC RAS, 2023, 286. (In Rus)]. ISBN: 978-5-904533-68-7.
21. Прасолов Л.И., Антипов-Каратаев И.Н., Филиппова В.Н. Почвы Сочинской станции. Л.: 1934, 135. [Prasolov L.I., Antipov-Karataev I.N., Filippova V.N. Soils of the Sochi station. L.: 1934, 135. (In Rus)].
22. Семенов В.М., Когут Б.М. Почвенное органическое вещество. М.: ГЕОС, 2015, 233 с. [Semenov V.M., Kogut B.M. Soil organic matter. Moscow: GEOS, 2015, 233 p. (In Rus)].
23. Boetius A. Global change microbiology – big questions about small life for our future, Nature Reviews, Microbiology. 2019; 17(6) : 331 p. DOI: 10.1038/s41579- 019-0197-2.
24. Ciais P., Yao Y., Gasser T., et al. Empirical estimates of regional carbon budgets imply reduced global soil heterotrophic respiration, National Science Review. 2021; 8(2) : nwaa145. DOI: 10.1093/nsr/nwaa145.
25. Magdoff F., Weil R.R. Soil organic matter management strategies. In: Soil organic matter in sustainable agriculture. Eds. F. Magdoff. R.R. Weil. Boca Ration etc: CRC Press, 2004, 45-65.
26. Xu C., Xu X., Ju C., et al. Long-term, amplified responses of soil organic carbon to nitrogen addition worldwide, Global Change Biol. 2021; 27(6) : 1170-1180. DOI: 10.1111/gcb.1548.

## MAIN TRENDS IN VARIABILITY OF ORGANIC CARBON CONTENT IN SOILS UNDER PERENNIAL PLANTS IN THE HUMID SUBTROPICS OF RUSSIA

**Malyukova L.S.**

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

The humus state of soils is one of the integral indicators of its fertility, as well as the overall ecological state of the agroecosystem, since it determines the functioning of its edaphic component and productivity. In conditions of intensive agricultural production, especially in mountainous terrain, significant losses of humus occur, both due to the mineralization of organic substances and during erosion processes. This determines the relevance of identifying key trends in the variability of organic carbon content in soils under perennial plantations with various cultivation systems. For the first time, dominant trends in the variability of organic carbon content (as well as approximating models) were established for the accumulative horizons of natural and agrogenically altered soils under various phytocenoses (forest, fruit plantations, tea plantations) in the humid subtropical zone of Russia, which makes it possible to make long-term forecasts of their condition. The balanced trend of long-term dynamics of organic carbon content was typical for acidic brown forest and slightly unsaturated brown forest soils under natural phytocenoses. The accumulative saturation trend (+1 % over 40 years) is established for fertilized brown forest acidic soils under tea crop. The permanent minimal trend was typical for brown acidic forest soils under tea, which had not been fertilized for 40 years. For brown forest slightly unsaturated soils under the rotation of fruit plantations (tangerine-peach-steam), a permanent minimal trend (with a downward trend of 0.9 % over 94 years) has been revealed, requiring significant adjustments in agricultural technologies or a change in crop turnover. With the periodic use of mineral fertilizers in agrocenoses, a cyclical fluctuating trend in the content of organic carbon was formed.

***Key words:*** brown forest soils, organic carbon content, trends of variability, subtropics of Russia, perennial phytocenoses.