

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 622.882 : 633.72

DOI: 10.26897/2687-1149-2022-6-54-58

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЧАЙНЫХ ПЛАНТАЦИЙ

ДИДМАНИДЗЕ РЕМЗИ НАЗИРОВИЧ[✉], канд. экон. наук, доцентrdidmanidze@rgau-msha.ru[✉]; <https://orcid.org/0000-0002-9432-7797>*БУТУЗОВ АНТОН ЕВГЕНЬЕВИЧ*, старший преподавательabutuzov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1222-391X>*МАЙСТРЕНКО НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ*, канд. техн. наук, доцентnmaystrenko@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1268-713X>

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

Аннотация. На сегодняшний день в Краснодарском крае существует потребность в восстановлении заброшенных плантаций чая и рекультивации низкоэффективных старых плантаций. С целью разработки мероприятий реконструкции чайных плантаций в Краснодарском крае проведен анализ зарубежного опыта технологии возделывания чая. Рассмотрены случаи применения подрезки чайных кустов (легкая, глубокая, тяжелая и подрезка под корень) и алгоритм их проведения. Экспериментальными исследованиями, проведенными в 2016-2021 гг. в Республике Грузия, установлена зависимость урожайности чайной плантации от вида подрезки. Результаты исследований показали, что в первый год после тяжелой подрезки урожайность чайной плантации снижается на 70,6%, однако в последующие 5 лет средняя урожайность повышается на 122,6%. На второй год после полутяжелой и тяжелой подрезки чайные кусты вступили в вегетацию на 6-12 дней раньше. Сделан вывод о том, что выбор оптимального способа подрезки зависит от состояния чайного куста, стратегии аграриев, технического и технологического потенциала чаепроизводителя. Отмечено, что для старых чайных плантаций возрастом 40-60 лет наиболее рациональной операцией является тяжелая подрезка на высоте не более 10...15 см от корневой шейки. В случае применения полутяжелой подрезки на высоте 25...40 см от корневой шейки под верхними узлами в последующие годы на таких кустах проводят шпалерную подрезку. При перезакладке следует использовать только новые сорта семян, делая акцент на сорте Колхида. Предложена оптимальная технологическая карта по закладке чайных плантаций, включающая в себя плантажную обработку и окультуривание почвы, внесение органических удобрений, разбивку плантации на участки 5...10 га, подготовку посадочных ям. Использование технологической карты с внедрением перспективных мероприятий по подрезке и омолаживанию чайного куста обеспечивает качественное восстановление чайных плантаций с высокими характеристиками урожайной массы чайного материала.

Ключевые слова: изреженность, восстановление чайных плантаций, технологическая карта, подрезка чайных кустов, качество чайного листа.

Формат цитирования: Дидманидзе Р.Н., Бутузов А.Е., Майстренко Н.А. Перспективный способ восстановления чайных плантаций // Агроинженерия. 2022. Т. 24, № 6. С. 54-58. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-6-54-58>.

© Дидманидзе Р.Н., Бутузов А.Е., Майстренко Н.А., 2022



ORIGINAL PAPER

PROMISING METHOD FOR THE RESTORATION OF TEA PLANTATIONS

REMZI N. DIDMANIDZE[✉], PhD (Econ), Associate Professorrdidmanidze@rgau-msha.ru[✉]; <https://orcid.org/0000-0002-9432-7797>*ANTON E. BUTUZOV*, Senior Lecturerabutuzov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1222-391X>*NIKOLAYA. MAYSTRENKO*, PhD (Eng), Associate Professornmaystrenko@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1268-713X>

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 49 Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation

Abstract. Today, in the Krasnodar Krai, there is a need for the restoration of abandoned tea plantations and the reclamation of inefficient old ones. To develop measures for the reconstruction of tea plantations in the Krasnodar Krai, the authors analyzed foreign experience in the tea cultivation technology. In particular, they considered some cases of pruning tea plants (light, deep, heavy, and root pruning) and the algorithm for their implementation. Experimental studies conducted in 2016-2021 in the Republic of Georgia established the dependence of the tea plantation yield on the type of pruning. The research results showed that in the first year after heavy pruning, the tea plantation yield decreased by 70.6%, however, in the next 5 years, the average yield increased by 122.6%. In the second year after light-heavy and heavy pruning, tea plants came into vegetation 6-12 days earlier. Thus it can be concluded that the choice

of the optimal pruning method depends on the state of a tea plant, the strategy of farmers, the technical and technological capacities of tea producers. It is noted that for old tea plantations aged 40-60 years, the most rational operation is heavy pruning at a height of no more than 10...15 cm from the root collar. In the case of using semi-heavy pruning at a height of 25...40 cm from the root collar, under the upper nodes in subsequent years, trellis pruning is recommended. When re-laying the plantation, only new varieties of seeds should be used, with an emphasis on the Kolkhida variety. An optimal technological map for establishing tea plantations has been proposed, including trench plowing and soil cultivation, the application of organic fertilizers, the plantation division into plots of 5...10 ha, and the preparation of planting pits. The use of a technological map with the introduction of promising measures for the pruning and rejuvenation of tea plants provides a high-quality restoration of tea plantations with high quality characteristics of the tea yield.

Keywords: sparseness, restoration of tea plantations, process flow chart, pruning of tea plants, tea leaf quality

For citation: Didmanidze R.N., Butuzov A.E., Maystrenko N.A. Promising method for the restoration of tea plantations. Agricultural Engineering (Moscow), 2022; 24(6): 54-58. (In Rus.). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-6-54-58>.

Введение. На территории Краснодарского края чай выращивается на 30% общей площади. Существует потребность в восстановлении заброшенных плантаций и рекультивации низкоэффективных старых посадок. По данным краевого Министерства сельского хозяйства, в регионе действует программа восстановления чайных плантаций. К 2020 г. удалось восстановить 36 га, при этом эксплуатационная площадь увеличилась всего на 34,3 га. К 2023 г. на Кубани планируется восстановить свыше 450 га чайных плантаций¹.

Опыт различных стран показывает, что самым лучшим агроприемом является систематическое обновление старых насаждений, что, однако, сопряжено с большими финансовыми расходами и тяжелой работой².

Изреженная плантация не может быть высокоурожайной. Высокая изреженность чайных плантаций является следствием ненадлежащего ухода (отсутствия ремонта), закладки насаждений на неподготовленных полях, ухудшения водно-физических свойств почвы. К примеру, на некоторых плантациях Грузии за 10 лет урожайность снизилась в 6 раз (с 1700 до 280...350 кг/га). В таких случаях восстановление и реконструкция невозможны, но перезакладка старых неурожайных плантаций в большинстве хозяйств помогла достичь урожайности 15...20 ц/га и окупить затраты [1, 2].

Плантации Краснодарского края являются старыми и достигают 40-60-летнего возраста. Как правило, с 50-летнего возраста наблюдается снижение урожайности чайных кустов. При этом собранный с них и переработанный на фабриках чайный лист не будет иметь высокое качество. Применение кислых удобрений негативно сказывается на долговечности чайного куста возрастных плантаций. Повышение урожайности достигается не только с помощью тяжелой подрезки¹ [3, 4]. На сегодняшний день для Краснодарского края актуальным является предложение перспективного способа восстановления чайных плантаций, включающего в себя реконструкцию устаревших чайных плантаций посредством тяжелой подрезки, внесения органических удобрений, орошения и раскорчевки насаждений (на сильно амортизированных плантациях).

Цель исследований: разработка мероприятий реконструкции чайных плантаций

Материалы и методы. Типовая технология возделывания чая включает в себя следующие операции:

1. Выкос междурядий и окраин плантации.
2. Корчевка кустарных сорняков.

¹ Возрождение «Краснодарского чая». URL: <https://krasnodar.bezformata.com/listnews/vozrozhdenie-krasnodarskogo/89612357> (дата обращения: 15.11.2022).

² Масленников А.А., Гвасалия В.П. Прогрессивные приемы возделывания чая. М.: Колос, 1980. 127 с.

3. Шпалерная подрезка плантации.
4. Расчистка дренажных каналов.
5. Борьба с вредителями и болезнями чайных растений.
6. Перекопка междурядий.
7. Транспортировка азотного удобрения.
8. Внесение азотного удобрения.
9. Ручной сбор чайного листа.
10. Транспортировка чайного листа к сдаче на фабрику.
11. Первичная переработка.
12. Вторичная переработка.
13. Фасовка.
14. Реализация.

Рекультивация земель чайного производства подразумевает комплекс инженерно-технических мелиоративных, агротехнических мероприятий, направленных на восстановление продуктивности чая.

Одним из важных мероприятий является ликвидация изреженности чайной плантации. Заполнение изреженных мест на чайной плантации (ремонт) можно проводить посевом семян, посадкой саженцев, пересадкой взрослых кустов. Перед ремонтом в первую очередь должны быть ликвидированы причины, вызвавшие изреженность плантаций.

Подрезка – ведущее агротехническое мероприятие в культуре чая – придает растению желаемую форму и усиливает его развитие, повышает урожайность более молодых побегов-плешей [5]. В зависимости от возраста, ухода, состояния и характера эксплуатации могут применяться различные виды подрезки чайных кустов: легкая, глубокая, тяжелая и подрезка под корень (рис. 1) [2].

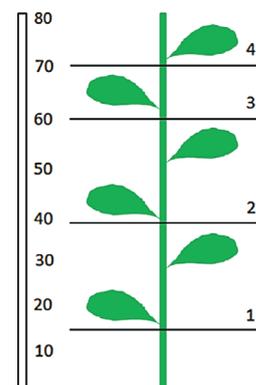


Рис. 1. Типы подрезки чайных кустов:

- 1 – подрезка под корень (омолаживающая);
- 2 – тяжелая подрезка; 3 – глубокая подрезка (полутяжелая);
- 4 – легкая подрезка (шпалерная)

Fig. 1. Types of pruning tea bushes:

- 1 – pruning at the root (rejuvenating); 2 – heavy pruning;
- 3 – deep pruning (semi-heavy); 4 – light pruning (trellis)

С целью ускорения роста почек у молодых деревьев, улучшения ветвления, в том числе укрепления боковых ветвей, проводят моделирующую подрезку. Следует отметить, что большое количество боковых веток обеспечивает поддержку чайного куста, а также способствует сопротивлению морозу [2, 4]. При легкой подрезке чайные кусты буквально «бреют», срезая с веток листья на 10...15 см, чтобы растения смогли легко пережить стресс и достаточно быстро восстановиться.

Для омолаживания каждый год осуществляется шпалерная подрезка на высоте 45...50 см. Глубокую подрезку производят на высоте 40 см, после чего в последующие годы выполняют шпалерную подрезку. Для выравнивания геометрии чайного куста применяют плоскую или полуовальную формы подрезки.

При достижении определенного возраста и наличии симптомов старения используется тяжелая подрезка: с куста срезается 40...60 см, а в случае достаточно высокого куста – около половины растения. Если чайный куст серьезно заболел или перерос, то его срезают под корень, оставляя максимум 10 см над землей. Тяжелая подрезка и подрезка под корень дают растению вторую жизнь² (рис. 2) [6].

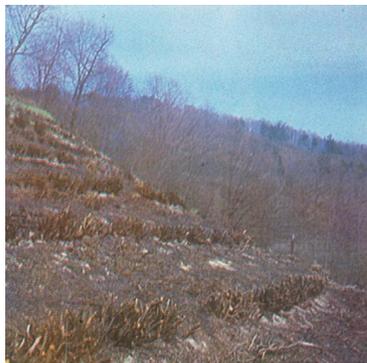


Рис. 2. Тяжелая подрезка

Fig. 2. Heavy pruning

Необходимо раз в 10 дней наблюдать за ростом прироста, измерять его длину и 1 раз в месяц определять площадь 4,3 и 4,2 листов (значение длины листа умножается на его ширину) [7, 8].

Сроки проведения подрезки чайного куста имеют особое значение. Оптимальный срок для подрезки – март. Для верхних ростовых почек ранняя подрезка (в ноябре) достаточно опасна в связи с возможностью повредить даже при небольших морозах, что может затянуть начало сбора чайного листа.

Результаты и их обсуждение. В зарубежных чаепроизводящих странах подрезку осуществляют в периоды биологически высокой продуктивности и длительной жизнедеятельности чайного куста. В Индии подрезка чайных растений проводится ежегодно в октябре – в период спада ростовых процессов [3].

Исследования, проведенные в течение 5 лет (с 2016 по 2021 гг.) в селе Марадиди Аджария Республики Грузия, показали, что наиболее рационально проводить тяжелую омолаживающую подрезку в ноябре и марте.

По рекомендациям В.П. Гвасалия, для условий Краснодарского края с 15 февраля до 15 апреля необходимо проводить омолаживающую подрезку чайных кустов на высоте 10...15; 15...28; 35...40 см в течение 8 лет [5, 7, 8].

Для условий Краснодарского края и Грузии в первый год после тяжелого омолаживания шпалер происходит восстановление растений только на 50...60%. Лишь на 4-5 годы после тяжелой подрезки шпалеры достигают изначального размера, а ещё через год происходит восстановление до уровня неподрезанной шпалеры.

При шпалерной подрезке средняя длина прироста за год, площадь и аналогичные показатели фона значительно ниже значений показателей при полутяжелой подрезке. Лучшее развитие побегов и наиболее интенсивное накопление химических веществ в чайном листе при шпалерной подрезке отмечены для её плоской формы. В Грузии считают полутяжелую подрезку плоской формы наилучшим вариантом.

Экспериментальные исследования по влиянию разных видов подрезки на урожайность чайной плантации проводились в период 2016-2021 гг. в ООО «АджарЧайИнвест», село Марадиди Аджария Республики Грузия. В таблице представлена урожайность чайных кустов в зависимости от увеличения длины его срезанной части.

Таблица

Влияние разных видов подрезки на урожайность чайной плантации

Table

Influence of different types of pruning on the yield of a tea plantation

Наименование <i>Name</i>	Урожайность чайного листа в год закладки опыта <i>Tea leaf yield per year</i>		Средняя урожайность за 5 лет <i>Average yield for 5 years</i>	
	кг/га <i>kg/ha</i>	%	кг/га <i>kg/ha</i>	%
Шпалерная подрезка / Trellis pruning	1882	100	2273	100
Полутяжелая подрезка (с полным удалением одно двухлистного прироста) <i>Semi-heavy pruning (with complete removal of one-two-leaf increment)</i>	1433	76	2442	105
Полутяжелая подрезка (под верхними узлами) <i>Light-heavy undercut (under upper joints)</i>	1300	69	2828	117
Тяжелая подрезка (10...15 см от корневой шейки) <i>Heavy pruning (10...15 cm from the root collar)</i>	1249	66	2755	115
Тяжелая подрезка у корневой шейки (омоложение) <i>Heavy pruning at the root collar (rejuvenation)</i>	553	29	2786	116

Увеличение срезанной части ведёт к снижению урожайной массы чая в первый год закладки опытов (рис. 3) [8].

В последующие 5 лет с момента заложения опыта более сильная подрезка даёт больший урожай чая (рис. 4).

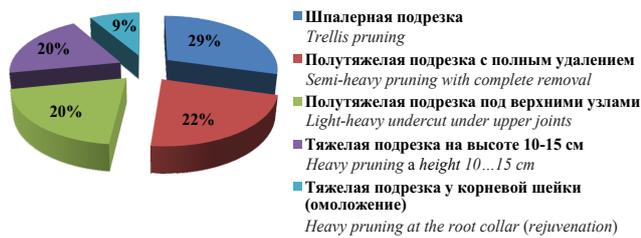


Рис. 3. Повышение урожайность чайного листа в год закладки

Fig. 3. Increasing the yield of tea leaves in the year of laying



Рис. 4. Средняя урожайность за 5 лет после выполнения подрезок

Fig. 4. Diagram of the average yield for 5 years

Отметим, что начиная со второго года после полутяжелой и тяжелой подрезки, чайные кусты весной вступают в вегетацию раньше на 6-12 дней [2].

Благодаря правильному применению различных видов подрезки удается добиться высокой урожайности, создать наиболее благоприятные условия ухода за плантациями, повысить качество и производительность труда сборщиков, а оставленная в междурядьях подрезанная масса обеспечивает почву органическими веществами [9].

Для большинства чайных плантаций Грузии и Краснодарского края в зависимости от возраста и состояния кустов требуется их полутяжелая подрезка на высоте 25...40 см от корневой шейки, под верхними узлами, а в последующие годы необходимо проведение шпалерной подрезки. Рекомендуется, за редким исключением, тяжелая подрезка на высоте не более 10...15 см от корневой шейки.

Виды подрезки чередуют в следующем порядке. После полутяжелой подрезки под верхними узлами через 6-7 или 10 лет проводят полутяжелую подрезку с удалением 3-5-летнего прироста. Поскольку полутяжелая и тяжелая подрезка в первый год сокращает урожай, то ее проводят периодически только на 5...10% плантации. Отметим, что сбор 2- и 3-листных нежных плешей с омоложенного куста начинается при достижении им высоты 40...50 см. В зависимости от вида омолаживающей подрезки на пенках оставляют 4...5 листов [10].

Список использованных источников

1. Дараселия М.К., Воронцов В.В., Гвасалия В.П., Цанава В.П. Культура чая в СССР. Тбилиси: Мецниереба, 1989. 560 с.
2. Дидманидзе Р.Н. Технологии закладки и ухода за чайными плантациями // *Агроинженерия*. 2021. № 6 (106). С. 38-42. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2021-6-38-42>
3. Рудакова И.Е., Розанова Н.М., Клепач А.Н. и др. Современный рынок: природа и развитие / Под ред. Э.П. Дунаева, И.Е. Рудаковой. М.: Изд-во МГУ, 1992. 132 с.

В период проведения реконструкции дифференцированный сбор чайного листа – важный путь восстановления отрасли [4, 7].

Своевременность и качество реконструкции чайных плантаций зависят от организационных мероприятий. В первый год проводится раскорчевка и глубокая обрезка. На следующий год появляются молодые побеги, и лишь на третий год можно собирать урожай. Необходимо соблюдать планы по реконструкции и перезакладке чайных плантаций. При перезакладке следует использовать только новые сорта семян, делая акцент на сорте Колхида. К сожалению, в регионе отсутствуют питомники, выращивающие молодые чайные кусты [11].

За 20-30 дней до посадки саженцев целесообразно проводить повторную перекопку (с боронованием) с одновременным внесением фосфорных удобрений в количестве 500 кг/га на красноземах и 300 кг/га на других почвах. Для механизации процесса ухода за насаждениями (особенно в молодом возрасте) при закладке плантации кусты размещают так, чтобы была возможность перемещения техники [1, 2]. Способ посадки и количество кустов на 1 га оказывают большое влияние на развитие корневой системы. Высокая приживаемость и возможность высаживать чайные растения в любое время года достигаются благодаря использованию саженцев.

На основе анализа перспективных технологий и агротехнологических требований к выполнению производственных процессов возделывания чая определен ключевой перечень работ и сформулированы агротехнические требования к реализации технологии возделывания чая [12]:

1. Плантажная обработка почвы.
2. Окультуривание почвы.
3. Внесение органических удобрений.
4. Разбивка на участки от 5 до 10 га.
5. Подготовка посадочных ям глубиной 30 см, шириной 25...30 см с одновременным внесением органических удобрений. Весной необходимо применять луночный (гнездовой) посев с внесением фосфорного удобрения в количестве 200...300 кг/га.

Выводы

1. Выбор оптимального способа подрезки зависит от возраста чайной плантации. Возраст кустов более 50 лет негативно сказывается на продуктивности и качестве продукции. Для плантаций 40-60-летнего возраста наиболее рациональной операцией является тяжелая подрезка.

2. Урожайность чайной плантации зависит от вида подрезки. В первый год закладки опытов тяжелая подрезка приводит к снижению урожайности чайной плантации на 70,6%, но в последующие 5 лет после такой подрезки средняя урожайность повышается на 122,6%.

3. Использование технологических карт с внедрением перспективных мероприятий по подрезке и омолаживанию чайного куста обеспечивает качественное восстановление чайных плантаций с высокими характеристиками урожайной массы чайного материала.

References

1. Daraselia M.K., Vorontsov V.V., Gvasalia V.P., Tsanova V.P. Tea culture in the USSR. Tbilisi, Metsniereba, 1989. 560 p. (In Rus.)
2. Didmanidze R.N. Technologies for laying and caring for tea plantations. *Agricultural Engineering*. 2021; 6 (106): 38-42. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2021-6-38-42> (In Rus.)
3. Rudakova I.E., Rozanova N.M., Klepach A.N. et al. Modern market: nature and development; Ed. by E.P. Dunaeva, I.E. Rudakova.

4. Дидманидзе Р.Н. Факторы, влияющие на качество чайного листа // Международный техническо-экономический журнал. 2020. № 4. С. 87-93. EDN: QXNNYB.
5. Чхаидзе Г.И., Миколадзе А.Д. Чаеводство. М.: Агропромиздат, 1991. 206 с.
6. Гвасалия М.В. Продуктивность сортов и форм чая разного происхождения в условиях влажных субтропиков // Вестник РАСХН. 2013. № 4. С. 16-18. EDN: QJEGDL.
7. Дидманидзе О.Н., Дидманидзе Р.Н. Повышение эффективности процессов производства и реализации чая. М.: УМЦ «Триада», 2003. 120 с.
8. Дидманидзе Р.Н., Алдошин Н.В. Контроль качества производства чайного листа // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2021. № 25 (188). С. 65-71. EDN: AFMTJU.
9. Малюкова Л.С., Пritула З.В., Козлова Н.В., Липова О.В. Оптимизация доз минеральных удобрений на плантациях чая // Садоводство и виноградарство. 2007. № 1. С. 20-23. EDN: HUYZFF.
10. Малюкова Л.С., Козлова Н.В. Эффективность применения минеральных удобрений под чай в условиях длительного многофакторного полевого опыта // Совершенствование организации и методологии агрохимических исследований в географической сети опытов с удобрениями: Материалы Всероссийской научно-методической конференции. М.: ВНИИА, 2006. С. 128-129.
11. Дидманидзе Р.Н., Бутузов А.Е. Перспективы применения малобаритной техники при восстановлении чайных плантаций // Чтения академика В.Н. Болтинского. М.: ООО «Сам Полиграфист», 2022. С. 252-257. EDN: KRFKSB.
12. Татарченко И.И., Мохначев И.Г., Касьянов Г.И. Технология субтропических и пищевкусных продуктов. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 384 с.

Критерии авторства

Дидманидзе Р.Н., Бутузов А.Е., Майстренко Н.А. выполнили теоретические исследования, на основании полученных результатов провели эксперимент и подготовили рукопись. Дидманидзе Р.Н., Бутузов А.Е., Майстренко Н.А. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 17.06.2022

Одобрена после рецензирования 20.07.2022

Принята к публикации 14.11.2022

Moscow, Publishing House of Moscow State University, 1992. 132 p. (In Rus.)

4. Didmanidze R.N. Factors affecting the quality of the tea leaf. *International Technical and Economic Journal*. 2020; 4: 87-93. (In Rus.)

5. Chkhaidze G.I., Mikoladze A.D. Tea growing. Moscow, Agropromizdat, 1991. 206 p. (In Rus.)

6. Gvasalia M.V. Productivity of varieties and forms of tea of different origin in the conditions of humid subtropics. *Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk*. 2013; 4: 16-18. (In Rus.)

7. Didmanidze O.N., Didmanidze R.N. Increasing the efficiency of tea production and sales. Moscow, UMTs "Triada", 2003. 120 p. (In Rus.)

8. Didmanidze R.N., Aldoshin N.V. Quality control of tea leaf production. *Izvestiya sel'skokhozyaystvennoy nauki Tavriidy*. 2021; 25 (188): 65-71. (In Rus.)

9. Malyukova L.S., Pritula Z.V., Kozlova N.V., Lipova O.V. Optimizing doses of mineral fertilizers applied in tea plantations. *Sadovodstvo i vinogradarstvo*. 2007; 1: 20-23. (In Rus.)

10. Malyukova L.S., Kozlova N.V. Effectiveness of the use of mineral fertilizers for tea under conditions of a long-term multifactorial field experiment. *Sovershenstvovanie organizatsii i metodologii agrokhimicheskikh issledovaniy v geograficheskoy seti opytov s udobreniyami: Materialy Vserossiyskoy nauchno-metodicheskoy konferentsii*. Moscow, VNIIA, 2006. Pp. 128-129. (In Rus.)

11. Didmanidze R.N., Butuzov A.E. Prospects for the use of small-sized equipment in the restoration of tea plantations. In: *Chteniya akademika V.N. Boltinskogo*. Moscow, Sam Polygraphist LLC, 2022. Pp. 252-257. (In Rus.)

12. Tatarchenko I.I., Mokhnachev I.G., Kasyanov G.I. Technology of subtropical and food flavoring products. Moscow, Izdatel'skiy tsentr "Akademia", 2004. 384 p. (In Rus.)

Contribution

R.N. Didmanidze, A.E. Butuzov and N.A. Maystrenko performed theoretical studies and, based on the results obtained, conducted the experiment and wrote the manuscript. R.N. Didmanidze, A.E. Butuzov and N.A. Maystrenko have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The article was received 17.06.2022

Approved after reviewing 20.07.2022

Accepted for publication 14.11.2022