

## АГРОХИМИЯ И ПОЧВОВЕДЕНИЕ

УДК 633.72:631.8+551.5

doi:10.31360/2225-3068-2021-76-152-160

### ВЛИЯНИЕ КАЛЬЦИЕВОЙ СЕЛИТРЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЧАЯ СОРТА 'КОЛХИДА' В СУБТРОПИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИИ

Великий А. В.

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

Выращивание чая во влажных субтропиках России при длительном применении высоких доз макроудобрений значительно обедняет чаепригодные почвы региона (буроземы) обменным кальцием, потребность в котором у растений очень высокая. При этом кальциевые удобрения в системе минерального питания чая недостаточно изучены, поскольку исходно было известно, что эта ацидофильная культура произрастает только на кислых почвах. В полевом опыте исследовано влияние корневого применения кальциевой селитры (как альтернативы аммиачной селитре) в летний период (в качестве подкормки) на урожайность чая. Установлено, что при достаточной влагообеспеченности в летний период, прирост урожая чайного листа от применения кальциевой селитры составил в среднем 6 ц/га. В более сложных метеорологических условиях (дефицит влаги в летний период, 2020 г.), годовая урожайность чая в целом снижалась на 20 %, и на варианте с применением кальциевой селитры находилась на уровне контроля. Выявленная тенденция сохранения и некоторого повышения урожайности чая от применения кальциевой селитры указывает на перспективность её использования в качестве летней подкормки, как для повышения урожайности, так и для восполнения почвенных запасов обменного кальция.

**Ключевые слова:** чай, кальциевая селитра, урожайность, кислые почвы, метеорологические условия, влагообеспеченность, стрессовый период.

Чайное растение (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) является уникальным биологическим видом, промышленное возделывание которого приурочено к тропическим и субтропическим регионам земного шара, поскольку главными чертами этой культуры являются влаго- и теплолюбивость, а также высокая чувствительность к реакции почвы [2, 3, 7, 13, 20, 22, 24]. Выращивание чая в различных регионах мира, как

правило, сопряжено с рисками потери урожайности в засушливые периоды, поэтому для решения этой проблемы мировым научным сообществом широко изучается влияние различных видов удобрений на реакцию растений и урожайность культуры в стрессовых условиях [3, 10, 13, 23, 25–27].

Длительное несбалансированное, как правило, 3-компонентное (NPK) применение минеральных удобрений оказывает существенное влияние на свойства почв, из-за чего нарушается их питательный режим и снижается обеспеченность растений другими элементами [9, 12]. При этом большинство этих элементов являются компонентами ферментных систем, пигментов, биологически активных структур и поэтому играют особую роль в жизнедеятельности любых растений, в том числе и чая. Так, многолетние наблюдения авторов показали высокий биологический вынос и потребность чайного растения в кальции [13, 27, 28]. Было установлено, что кальций является важнейшим многофункциональным элементом, который выполняет сигнальную стрессовую и осморегуляторную функции, индуцирует антиоксидантную систему и обеспечивает поддержание целостности мембран [14, 15, 17, 27, 28], поэтому необходимость его компенсации очевидна.

При этом некоторые исследователи [1, 16, 27], отмечают положительные эффекты от применения этого элемента на чайных плантациях. Так, показана эффективность применения кальция для увеличения урожайности в условиях Западной Грузии на низком фоне обеспеченности почв кальцием и магнием (в сумме 3–5 мг-экв/100 г) [1], а также отмечен положительный эффект от внесения кальцийсодержащих материалов при выращивании саженцев чая [6]. В условиях Черноморского побережья России внесение природного кальцийсодержащего удобрения восстанавливало содержание в почве его обменных форм, что положительно сказывалось на устойчивости растений к засухе [14] и формированию урожайности [14, 15]. Однако при этом недостаточно изучено влияние остального ассортимента промышленных видов кальциевых удобрений в системе питания и подкормки растений чая, поскольку исходно было известно, что эта ацидофильная культура произрастает только на кислых почвах.

В этой связи была **поставлена цель** – изучить в условиях полевого опыта влияние корневого применения кальциевой селитры (как альтернативы аммиачной селитре) на урожайность чайного листа в условиях Черноморского побережья России.

**Объекты и методы.** Исследования были проведены на плантации чая сорта ‘Колхида’ 1983 г. посадки в (ЗАО «Дагомысчай, Сочи,

п. Уч-Дере) на базе полевого мелкоделяночного опыта, заложенного в 2019 г. Опыт включал 2 варианта, которые отличались формами азотных удобрений, используемых в качестве подкормки в летний период: контроль – применение аммиачной селитры ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) и вариант с нитратной формой кальциевого удобрения ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ). Базовые удобрения вносили в ранневесенний период в поверхностный слой почвы в дозе N150P70K90 для каждого варианта. В летний период осуществляли подкормку азотными удобрениями в 2 различных формах (аммиачная и кальциевая селитра в соответствии с вариантами опыта) в единой дозе N100. При этом с кальциевой селитрой в почву поступало 150 кг д.в./га Са. Площадь опытной делянки – 5 м<sup>2</sup>, полевая повторность 3-кратная. Исследования проводили на бурых лесных кислых почвах, согласно классификации и диагностики почв СССР [8], сформированные на кислых бескарбонатных породах (глинистые сланцы). В соответствии с WRB почвы классифицировались как Cambicols [29]. Учёт урожая проводили в периоды подхода чайного листа к сбору, согласно агроправилам [18]. Анализ метеорологических условий проведён по данным Сочинской гидрометеостанции. Исходные параметры (среднесуточная температура и количество осадков) были сгруппированы по категориям, привязанным к вегетации культуры чая.

**Результаты и их обсуждения.** В целом метеорологические показатели Черноморского побережья России по средним многолетним данным можно охарактеризовать следующим образом. В зимний период среднемесячная температура воздуха составляет +5,8–8,2 °С, возможны непродолжительные периоды отрицательных температур (до –5...–9 °С, очень редко до –11...–14 °С) [4, 5, 19]. Весенний период характеризуется увеличением среднемесячной температуры от +8 °С в марте до +16 °С в мае, периодически наблюдаются кратковременные заморозки в марте и апреле. В июньско-сентябрьский период среднемесячная температура воздуха варьирует от +20 до +23 °С, при этом довольно часто отмечаются дневные температуры выше +30 °С. В летний период сумма осадков составляет около 300 мм, однако засушливые периоды могут продолжаться до одного месяца и более [20, 21].

Метеорологические показатели двух лет исследований (2019–2020 гг.) имели достаточно ярко выраженные контрастные погодные условия, как относительно благоприятные для культуры чая, так и неблагоприятные (табл. 1). Так осенне-зимний период 2018–2019 гг. характеризовался среднесуточной температурой воздуха близкой к многолетним показателям, но с абсолютным минимумом в марте до –0,2 °С и выпадением снега, что затормозило рост молодых побегов. В зимний

период 2019–2020 гг. отмечена низкая среднесуточная температура воздуха, с абсолютным минимумом в феврале, когда минимальная температура была зафиксирована на отметке  $-7,2$  °С, что также отразилось на растениях чая. Однако за счёт тёплых весенних месяцев сбор зелёного чайного листа начался в первой декаде мая.

Таблица 1

**Метеорологические показатели периода 2011-2020 гг.,  
по данным Сочинской гидрометеостанции**

Периоды измерений	Годы исследования		Среднее 2011–2020
	2019	2020	
Среднесуточная температура, °С			
год	15,5	15,8	15,7
вегетации	18,5	19,4	19,0
май–сентябрь	21,9	22,5	22,2
март-апрель	10,1	11,5	10,8
1 декада мая	16,7	14,7	15,7
июнь–август	23,6	24,1	23,9
июль-август	23,2	24,7	24,0
сентябрь	20,1	23,8	22,0
Суммарное количество осадков, мм			
год	1423,3	1002,0	1212,7
вегетации	848,8	346,2	597,5
май–сентябрь	601,3	247,1	424,2
март-апрель	247,5	99,1	173,3
1 декада мая	67,1	55,8	61,5
июнь-август	412,4	117,6	265,0
июль–август	326,9	92,9	209,9
сентябрь	103,0	30,3	66,7

В июле 2019 г. среднесуточная температура воздуха варьировала от  $14$  °С до  $31,2$  °С на фоне выпадения значительного (не типичного для этого месяца) количества осадков ( $162,2$  мм). В августе был отмечен рост среднесуточной температуры до  $24,1$  °С, количество осадков составило  $165$  мм. Схожий термический режим с незначительным снижением среднесуточной температуры был отмечен и в сентябре, с количеством осадков  $103$  мм. Концентрация клеточного сока, свидетельствующая

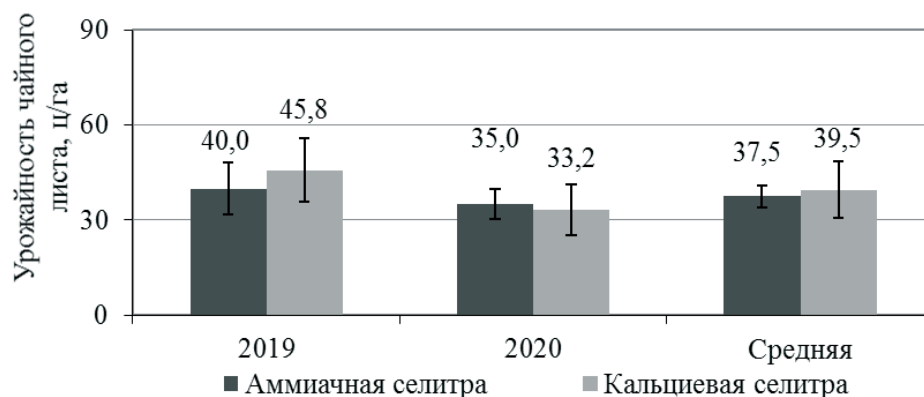
о водном режиме растения, в июле была близка к норме (8,5–9,5 %), повышаясь в середине августа (10,0–10,4 %) и, снижаясь в первой декаде сентября до значений 9,4–10,0 %.

В июле 2020 г. среднесуточная температура повысилась до 25,1 °С (с вариацией от 17,4 °С до 33,9 °С), количество осадков приблизилось к критическому (84 мм), в августе рост среднесуточной температуры прекратился, однако количество осадков составило 8,5 мм. Сумма осадков в течение июня–августа изучаемого 2020 была в 2,3 раза ниже, чем показатели этого периода за 2011–2020 год, и в 3,5 раза ниже, чем в 2019 г. В виду отсутствия дождей (табл. 1), полевая влажность почвы составила 24 %, а местами она снизилась до 19 %, что отразилось на всех физиологических процессах растений чая. Концентрация клеточного сока, свидетельствующая о водном режиме растения, в начале июня была близка к норме (около 9,0 %), в июле уже достигла критических значений (13,5–15%), и в первой декаде августа максимально составила 19,0–20,0 %.

На фоне внесения аммиачной и кальциевой селитры при ручном сборе урожайность составляла 34–57 ц/га – в 2019; и 27–42 ц/га – в 2020 годы, соответственно (рис. 1). Эти показатели значительно ниже средних показателей для полновозрастной чайной плантации для Черноморского региона и составляют около 50–70 % от потенциально возможной урожайности чая сорта ‘Колхида’ [4]. В 2019 г. при достаточной влагообеспеченности в летний период была отмечена тенденция повышения урожайности на варианте с применением кальциевой селитры (рис. 1), прибавка составила 6 ц/га по сравнению с контрольным вариантом. В 2020 г., на фоне более сложных метеорологических условий, применение кальциевой селитры не повлияло на продуктивность чайных растений, и она находилась на уровне контроля (рис. 1). При этом отмечено снижение урожайности чайного листа по сравнению с показателями 2019 г. на 13–28 % (рис. 1).

Динамика формирования урожая по вариантам опыта в 2019 и 2020 годы на фоне внесения аммиачной и кальциевой селитры представлена в таблице 2. Из-за холодного марта в 2019 г. сбор чайного листа начался только 15 мая, тогда как наличие тёплой весны в 2020 г. позволило получить первые урожаи 7 мая. За счёт разницы в сроках начала вегетации в мае 2020 г. получено на 10–22 % больше чайного листа по вариантам опыта, чем за аналогичный период предыдущего года. В валовом урожае чайного листа майские сборы дали большую часть суммарного урожая, так в 2019 г. они составили 37–43 % по вариантам опыта, то в 2020 г. около 60 % всего суммарного урожая получено в первую волну роста (табл. 2). Следует отметить, что урожайность этого

периода зависит от накопления пластических веществ за предыдущий период и температурного режима зимне-весеннего периода. Подобные результаты были получены и другими учёными [3, 10, 11], что позволило установить тесную связь урожайности 1 майского сбора чайного листа со среднемесячной температурой и суммой осадков в весенний период (март–май).



**Рис. 1.** Урожайность чайной плантации на фоне применения аммиачной и кальциевой селитры, ц/га

Сборы в летний период сильно зависят от суммы и равномерности выпадения атмосферных осадков [3–5, 21]. Так на фоне обильных дождей в июне 2019 г., превышающих сумму осадков июня 2020 г. в 3,5 раза, было получено в 2,75–2,80 раз больше урожая зелёного чайного листа, чем в аналогичный период 2020 г. (табл. 2).

Таблица 2

**Динамика формирования урожайности чая сорта ‘Колхида’,  
ц/га**

Месяцы	2019		2020	
	Контроль – $\text{NH}_4\text{NO}_3$	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	Контроль – $\text{NH}_4\text{NO}_3$	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
май	16,6	17,6	20,2	19,2
июнь	9,6	11,4	3,5	4,0
июль	3,3	4,3	7,1	6,3
август	5,9	6,4	4,2	3,6
сентябрь	4,6	6,0	0,0	0,0

В период июля-августа сравниваемых лет установились крайне контрастные гидротермические условия: дождливый период в 2019 г. (327 мм осадков) и засушливый в 2020 г. (93 мм осадков). В обоих периодах

было отмечено угнетение растений, в результате чего прирост молодых флешей на вариантах опыта был очень низкий и шёл примерно с одинаковой интенсивностью. Неблагоприятные метеоусловия в 2020 г. привели к снижению урожайности в августе до 3 ц/га, и в дальнейшем к полному прекращению роста у молодых побегов. Тогда как в 2019 г. из-за влажного летнего периода сбор чайного листа продолжался и в сентябре месяце.

**Заключение.** Таким образом, установлено, что использование на чайных плантациях кальциевой селитры ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) в качестве летней подкормки не оказывало отрицательного влияния на урожайность чайного листа. Так, в 2019 г. на фоне достаточной влагообеспеченности за летний период достигнут прирост урожайности на варианте с применением кальциевой селитры 6 ц/га по сравнению с контрольным вариантом. В 2020 г., на фоне более сложных метеорологических условий, применение кальциевой селитры не повлияло на продуктивность чайных растений, и она находилась на уровне контроля.

*Исследования выполнены за счет средств гранта РФФИ и Администрации Краснодарского края № 19-416-230049*

#### Библиографический список

1. Барабадзе Л.А. Влияние длительного применения минеральных удобрений на состояние микроэлементов (В, Мп, Fe, Cu, Zn) в системе краснозём–чайный куст: автореф. дис. ... канд. с.-х. н. – Тбилиси, 1984. – 24 с.
2. Белоус О.Г., Притула З.В. Показатели урожайности растений чая при внесении микроэлементов // Субтропическое садоводство России: сб. науч. тр. – Сочи, ВНИИЦиСК, 2010. – Вып.43. – Т. 1. – С. 76-82.
3. Бушин П.М. О влиянии температуры и влажности воздуха на урожай чайного листа в субтропической зоне Краснодарского края // Метеорология и гидрология. – 1975. – № 3. – С. 93-100.
4. Великий А.В. Влияние метеорологических условий на продуктивность чайного растения на фоне внесения макро- и микроудобрений // Плодоводство и ягодоводство. – 2016. – Т. 47. – С. 62-70. – ISSN 2073-4948.
5. Великий А.В. Влияние корневого применения макро- и микроудобрений применения мезо- и микроудобрений на урожайность чая сорта 'Колхида' при стрессовых гидротермических условиях листосборного периода // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2020. – Т. 75. – С. 123-130. – doi: 10.31360/2225-3068-2020-75-123-130.
6. Годзиашвили Б.А., Чеботарёв М.В. Влияние корректировки почвенной кислотности краснозёма на рост и развитие чайных саженцев // Субтропическое и южное садоводство России: сб. науч. тр. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2009. – Т. II. – Вып. 42. – С. 78-86.
7. Дараселия М.К., Воронцов В.В., Гвасалия В.П., Цанавя В.П. Культура чая в СССР. – Тбилиси: Мецниереба, 1989. – 558 с. – ISBN 5-520-00355-6.
8. Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос, 1977. – 224 с.
9. Козлова Н.В. Состояние бурых лесных кислых почв чайных плантаций при длительном применении минеральных удобрений в субтропиках России: дис. ...канд. биол. наук. – М., 2008. – 200 с.

10. Малюкова Л.С. Урожайность растений чая сорта 'Колхида' в зависимости от комплекса абиотических и агрогенных факторов // Сельскохозяйственная биология. – 2009. – № 3. – С. 29-33. – ISSN 0131-6397. – eISSN 2313-4836.
11. Малюкова Л.С. Оптимизация плодородия бурых лесных почв и применения минеральных удобрений при выращивании чая в условиях Черноморского побережья России: дис. ... д-ра биол. наук. – Сочи, 2013. – 343 с.
12. Малюкова Л.С., Аргунова В.А., Юткина И.В., Губарева А.А. Влияние длительного применения минеральных удобрений на химический состав бурой лесной кислой почвы под чайной плантацией в условиях влажных субтропиков России // Агрохимия. – 1999. – № 10. – С. 33-40. – ISSN 0002-1881.
13. 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.
14. Малюкова Л.С., Пригула З.В., Козлова Н.В., Керимзаде В.В., Великий А.В. О формировании устойчивости у растений чая (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) при недостаточном водообеспечении на фоне корневого внесения кальция в виде природного удобрения // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51. – № 5. – С. 673-679. – ISSN 0131-6397. – doi: 10.15389/agrobiol.2016.5.673rus.
15. Малюкова Л.С., Пригула З.В., Козлова Н.В., Великий А.В. Влияние кальцийсодержащего природного материала на состояние бурых лесных кислых почв и растений чая (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) в субтропиках России // Агрохимия. – 2020. – № 12. – С. 3-10. – ISSN 0002-1881. – doi: 10.31857/S0002188120120054.
16. Малюкова Л.С., Рогожина Е.В. Влияние корневого применения кальциевой селитры на численность микроорганизмов в почвах под культурой чая в субтропической зоне России // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2020. – Т. 75. – С. 140-149. – doi: 10.31360/2225-3068-2020-75-140-149.
17. Медведев С.С. Кальциевая сигнальная система растений // Физиология растений. – 2005. – Т. 52(2). – С. 282-305. – ISSN 0015-3303.
18. Методические указания по технологии возделывания чая в субтропической зоне Краснодарского края // Т.П. Алексеева и др.; М-во сельск. хоз-ва; НИИ горн. садоводства и цветоводства; Фирма «Краснодарский чай». – Сочи, НИИГСиЦ, 1977. – 80 с.
19. Мосияш А.С. Агроклиматическая характеристика субтропических районов Краснодарского края // Докл. Сочинского отдела геогр. о-ва СССР. Л. – 1971. – Вып. 2. – С. 80-94.
20. Рындин А.В. Водно-термический режим субтропиков России // Садоводство и виноградарство. – 2009. – № 3. – С. 14-18. – ISSN 0235-2591.
21. Рындин А.В. Агроэкологические аспекты садоводства влажных субтропиков России. – Краснодар: ООО «Просвещение-ЮГ», 2016. – 260 с. – ISBN 978-5-904533-29-8.
22. Bhagat R.M., Deb Baruah R. and Cacique S. Climate and tea [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] production with special reference to north eastern India: a review // Journal of Environmental Research and Development. – 2010. – 4(4) – P. 1017-1028.
23. Bowler C., Fluhr B. The role of calcium and activated oxygen as signals for controlling cross-tolerance // Trend plant sci. – 2000. – Vol. 5. – P. 241-243. – doi: 10.1016/s1360-1385(00)01628-9.
24. Gao X.Y., Yang G.P., Xu Z.Q., Xu F.C. Effect of calcium on antioxidant enzymes of lipid peroxidation of Soy-bean leaves under water stress // J. South China Agric. Univ. – 1999. – Vol. 2. – P. 58-62.
25. Jie Li. M.Sc. Agron. The effect of plant mineral nutrition on yield and quality of green tea (*Camellia sinensis* L.) under field conditions: dissertation zur Erlangung des Doktorgrades, Kiel, 2005. – 181 p.



26. Rupanjali D., Baruah, Bhagat R.M. Climate trends of Northeastern India: a long term pragmatic analysis for tea production // Two and a Bud. – 2012. – 59(2). – P. 46-49.
27. Upadhyaya H., Dutta B.K., Sahoo L., Panda S.K. Comparative effect of Ca, K, Mn and B on post-drought stress recovery in tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) // Amer. J. Plant Sci. – 2012. – № 3. – P. 443-460. – doi: 10.4236/ajps.2012/34054.
28. Upadhyaya H., Panda S.K., Dutta B.K. CaCl<sub>2</sub> improves post-drought recovery potential in *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze // Plant Cell Rep. – 2011. – № 30. – P. 495-450. – doi: 10.1007 / s00299-010-0958-x.
29. Working Group WRB. World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps // World Soil Resources Reports – FAO. Rome, 2014. – № 106. – 181 p. – ISBN 978-92-5-108369-7.

**THE INFLUENCE OF CALCIUM NITRATE  
ON THE YIELD OF 'KOLKHIDA' TEA  
IN THE SUBTROPICAL ZONE  
OF RUSSIA**

**Velikiy A. V.**

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

Growing tea in the humid subtropics of Russia with long-term use of macrofertilizers at high doses significantly impoverishes the tea-friendly soils of the region (brown soils) in exchangeable calcium, the need for which is very high in plants. At the same time, calcium fertilizers in the mineral nutrition system of tea have not been sufficiently studied, since it was initially known that this acidophilic crop grows only in acidic soils. In a field experiment, the effect of root application of calcium nitrate (as an alternative to ammonium nitrate) in the summer (as a top dressing) on tea yield was investigated. It was found that with sufficient moisture supply in the summer, the increase in the yield of tea leaves from the use of calcium nitrate averaged 6 c/ha. In more difficult meteorological conditions (moisture deficit in summer, 2020), the annual tea yield as a whole decreased by 20 %, and in the variant with calcium nitrate it was at the control level. The revealed tendency to preserve and somewhat increase tea yield from the use of calcium nitrate indicates the prospects of its use as a summer top dressing, both to increase the yield and to replenish the soil reserves of exchangeable calcium.

**Key words:** tea, calcium nitrate, yield, acidic soils, meteorological conditions, moisture supply, stress period.