

ВЛИЯНИЕ КОРНЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЧАЯ СОРТА КОЛХИДА ПРИ СТРЕССОВЫХ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЛИСТОСБОРНОГО ПЕРИОДА
EFFECT OF ROOT APPLICATION OF MACRO-AND MICROFERTILIZERS ON THE YIELD OF COLCHIS TEA UNDER STRESSFUL HYDROTHERMAL CONDITIONS OF THE LEAF-COLLECTING PERIOD

А.В. Великий
A.V. Velikii

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр Российской академии наук», 354002 Краснодарский край, Сочи, ул. Яна Фабрициуса, 2/28, e-mail: kriptozoorxon@mail.ru
Federal Research Centre the Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, c. Sochi, Russia, 54002 Krasnodar territory, Sochi, st. Jan Fabricius, 2/28, e-mail: kriptozoorxon@mail.ru

Резюме: В условиях Черноморского побережья России на базе полевого опыта изучено влияние стрессовых гидротермических условий листосборного периода на фоне внесения мезо- и микроудобрений. Установлено что за последние 10 лет более или менее экстремальные годы были отмечены 4 раза, частота их проявления составляет 40 %, засушливых годов 20 %, экстремально засушливых 8,7-10 %. Выявлено, что при уровне осадков от 400 до 750 мм урожайность чайного листа снижалась в 1,5-2 раза и составляла не более 50-70 % от урожайности в оптимальные годы. Из-за неблагоприятных погодных условий 2020 урожайность чайного листа существенно низкая 25,0 – 40,0 ц/га. Положительное влияние на урожайность в этих условиях прослеживалось на фоне бора, последействия цинка, в меньшей степени кальция, прирост от применения которых составил в среднем 2-5,5 ц/га.

Ключевые слова: чай, мезо- и микроэлементы, урожайность, метеорологические условия, стрессовый период.

Summary: The influence of stress hydrothermal conditions of the leaf-collecting period on the background of meso - and microfertilizers was studied in the conditions of the black sea coast of Russia on the basis of field experience. It was found that over the past 10 years, more or less extreme years were observed 4 times, the frequency of their manifestation is 40 %, dry years 20 %, extremely dry years 8.7-10 %. It was found that at the level of precipitation from 400 to 750 mm, the yield of tea leaves decreased by 1.5-2 times and amounted to no more than 50-70 % of the yield in optimal years. Due to adverse weather conditions in 2020, the yield of tea leaves is significantly low 25.0-40.0 c/ha. A positive effect on the yield under these conditions was observed against the background of boron, zinc aftereffect, and to a lesser extent calcium, the increase from the use of which averaged 2-5. 5 c/ha.

Key words: tea, meso- and micronutrients, yield, meteorological conditions, stressful period

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, 6, 10, 11, 14, 17], в частности кислотность и обогащенность подвижными алюминием, микроэлементами [1, 8, 10]. Много внимания уделено анализу влияния метеорологических условий, так как при их изменчивости в условиях Черноморского побережья России, как и в ряде других стран мира (Китай, Индия, Япония) [7, 11, 12, 13, 14, 17], это многолетнее растение сталкивается с рядом внешних стрессовых факторов (холод, солнечная

инсоляция, гипертермия, засуха, минеральная недостаточность) под воздействием которых снижается её продуктивность. Так на протяжении всего периода выращивания чая в субтропиках России. П.М. Бушин [3] установил влияние температурного фактора на 1-й майский сбор чайного листа, последующие же сборы (6-8-ой) зависели от количества осадков. Исследования Л.С. Малюковой с соавторами за 25 летний период [7, 8] позволили установить тесную связь урожайности чайной плантации со среднемесячной температурой и суммой осадков в весенний период (март-май), кислотностью почв и дозами азотных удобрений.

В этой связи актуальным является изучение эффективности различных экзогенных индукторов (минеральные удобрения, биологически активные вещества) в повышении устойчивости растений к экстремальным условиям и своевременная реакция на них для подбора агротехнических приемов для получения высокого урожая хорошего качества [1, 4, 8].

Изучение проводили на базе полевого опыта с внесением в почву макро- и микроудобрений, заложенного на площади 0,05 га на чайной плантации районированного сорта Колхида, 1983 года посадки (ЗАО «Дагомысчай, Сочи, п. Уч-Дере). Схема опыта представлена следующими вариантами (кг д.в./га): 1) контроль (фон) – N240P70K90; 2) фон + сернокислый цинк – Zn 4,3, с 2015 изучается в последствии, в связи с увеличением подвижного цинка в почве на варианте в 2-4 раза [5]; 3) фон + борная кислота – B 6,0; 4) фон + кальцийсодержащий материал (CaO 100), 5) смесь Zn4,3+B6+Mg60; 6) сульфат магния – Mg60 последствие с 2015 года; 7) кристаллическая сера – S1000 последствие с 2015 года. Площадь опытных делянок - 10 м². Полевая повторность 3-х кратная. Магний и сера в вариантах опыта 6) и 7) вносились до 2014 года включительно, а далее изучаются в последствии. Цинк в варианте 2) вносился до 2016 года включительно, а далее изучается в последствии. Ежегодное внесение микроудобрений проводилось на фоне макроудобрений в весенний период; учёт урожая - в периоды подхода чайного листа к сбору, согласно агроправилам [9]. Анализ метеорологических условий проведен по данным Сочинской Гидрометеостанции. Исходные параметры (среднесуточная температура и количество осадков) были сгруппированы по категориям, привязанным к вегетации культуры чая.

Метеорологические показатели 2020 года исследований в ряду последних 10 лет являются уникальными по недостатку атмосферных осадков, однако в периоде 35 лет были похожие года 1986 (1006 мм за год, 411 мм за вегетацию) и 1998 (1181 мм за год и 381 мм за вегетацию) [8]. За период с 2011 в 2020 году отмечена самая низкая сумма осадков за год около 1050 мм, а за вегетацию 428 мм. Даже по сравнению с 2012 годом, самым засушливым из предыдущего периода, отмечен недостаток влаги порядка 350 мм. Схожие более или менее экстремальные годы за последние 10 лет были отмечены 4 раза, частота их появления составляет 40 %, засушливых годов 20 %, экстремально засушливых 8,7-10 %. Процент последних годов подтверждается и более длительным периодом в 35 лет, а вот за период 25 лет (1986-2011г) частота засушливых годов составляет всего лишь 16%. Из этого следует, что за последние 10 лет гидротермические условия региона сместились в сторону более жарких и засушливых.

Исходные параметры (среднесуточная температура и количество осадков) сгруппированные по категориям отличались от данных за предшествующий период (табл.1). Так показатели зимнего периода 2019-2020 года характеризовались низкой среднесуточной температурой воздуха, с абсолютным минимумом в феврале, когда минимальная температура была зафиксирована на отметке -7,2 °С, что отразилось на растениях чая. Однако за счет теплых весенних месяцев и осадков растения чая восстановились, и началась вегетация. Это одно из отличий 2020 года от других годов с ярко выраженными метеоусловиями весеннего периода, очень важного для начала вегетации чая. Так в 2012 зимние холода растянулись со 2ой декады января и до марта. А в 2017 году наблюдалась холодная весна, выраженная в возвращении низких температур в

третьих декадах марта и апреля (2,2 и 3,8 °С соответственно). Всё это в обоих годах отразилось угнетением ростовых процессов у растений чая, и более поздним началом активной вегетации.

Таблица 1. Метеорологические показатели в период исследований 2011-2020 гг.

Метеорологические показатели		Годы исследования			Среднее 2011-2019	Среднее 2012, 2015, 17	2020
		2012	2015	2017			
Среднесуточная температура, °С	вегетации	18,6	18,3	18,3	18,4	18,4	19,4
	май-сентябрь	22,4	22,1	21,7	22,1	22,1	22,5
	март-апрель	9,0	9,5	10,9	10,8	9,8	11,5
	1 декада мая	16,3	12,6	16,4	16,5	15,1	14,7
	июнь-август	24,0	23,3	23,4	23,4	23,6	24,1
	июль-август	24,6	24,4	24,5	24,2	24,5	24,7
	сентябрь	21,9	24,2	22,7	20,9	22,9	23,8
Суммарное количество осадков, мм	вегетации	722,9	677,4	873,4	943,2	757,9	427,8
	май-сентябрь	332,8	305,1	420,7	559,0	352,9	247,1
	март-апрель	229,7	154,2	230,6	231,3	204,8	99,1
	1 декада мая	0,0	24,1	29,4	28,4	17,8	55,8
	июнь-август	205,9	242,2	185,3	297,1	211,1	117,6
	июль-август	117,0	76,5	100,7	192,2	98,1	92,9
	сентябрь	109,7	14,4	48,8	179,0	57,6	30,3

В июле 2020 года 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 (рис.1).

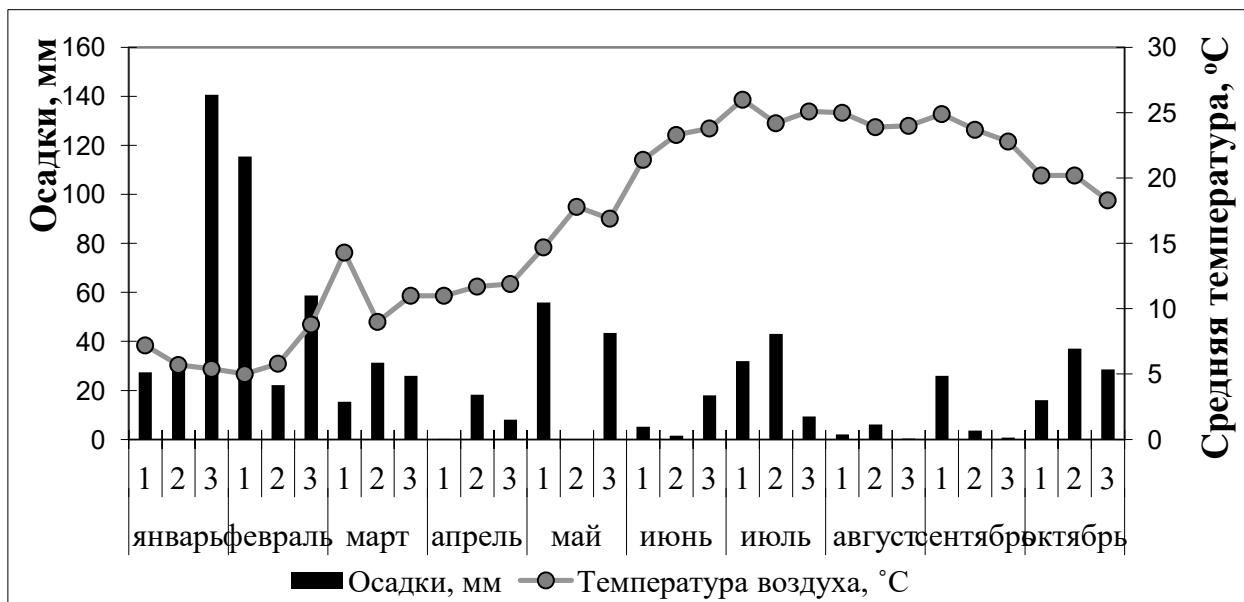


Рис 1. Метеорологические показатели в 2020 году исследований

В течение июня-августа изучаемого 2020 года наметился сильный дефицит влаги в почве в порядке около 300 - 400 мм, в виду отсутствия каких-либо дождей (рис.1), полевая влажность составила 24 % от НВ, а местами она снизилась до 19 % от НВ, 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 %), то в июле уже достигла критических значений (13,5-15%), и в первой декаде августа максимально составила 19,0-20,0 %.

Летние периоды 2012 и 2017 годов также отметились неравномерностью выпадения осадков в течение вегетационного периода. Зачастую они проходили ливневым характером, а порой и вовсе отсутствовали в течение длительного периода. Так в июле-августе их выпадение составило 117 и 100 мм для этих годов соответственно. Что привело к полному прекращению роста молодых побегов в августе 2017, и очень слабом их отрастании в течение всего летнего периода 2012 года.

Суммарная урожайность в сложных метеорологических условиях 2020 года на фоне внесения мезо- и микроудобрений получилась весьма низкой для культуры и варьировала от 28 до 41 ц/га (рис. 2). Снижение урожайности чайного листа составило 30-45 % по сравнению со средними показателями для полновозрастной плантации за период 2011-19 годов (рис.2). В 2020 году, как и в предыдущие годы, прослеживалось положительное влияние на урожайность применения цинка, бора, в меньшей степени кальция, прибавка на этих вариантах составила от 2 до 5,5 ц/га (табл.2, рис.2). Следует отметить, что действие этих видов удобрений на урожай чая более эффективно в благоприятных метеоусловиях, где прибавка урожая составляет, как правило, 11-22 ц/га, В условиях, где главным лимитирующим фактором становится водообеспеченность растений, эффект от применения любых видов минеральных удобрений снижается.

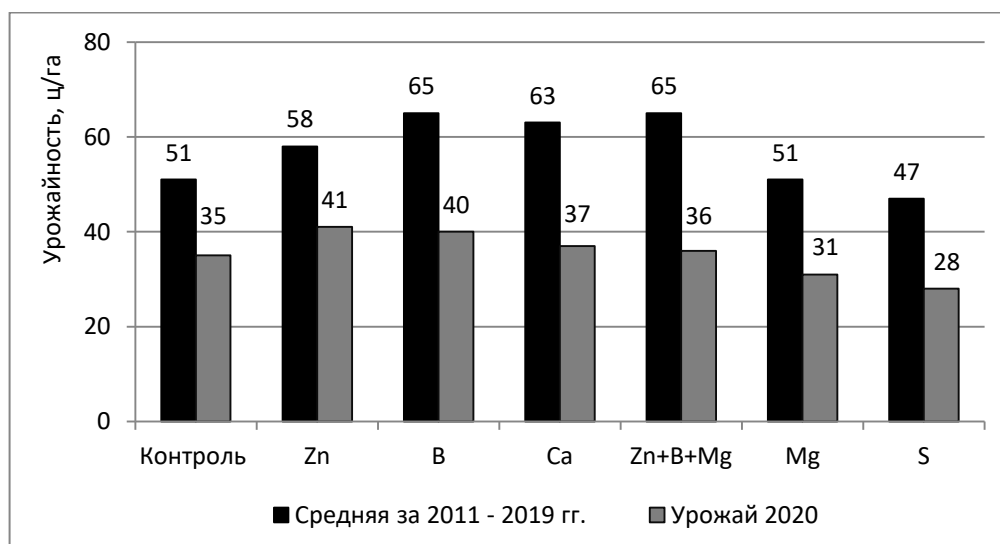


Рис 2. Урожайность чайной плантации на фоне применения мезо- и микроудобрений в 2020 гг. в сравнении со средней урожайностью в 2011-2019 годы, ц/га

При изучении динамики формирования урожая по вариантам опыта в 2020 видно, что около 60 % всего суммарного урожая получено в первую волну роста в мае месяце (табл. 2). В июне и июле урожайность растений чая была низкой и находилась примерно на одном уровне независимо от вариантов опыта. Неблагоприятные метеоусловия в 2020 году привели к снижению урожайности к августу, и в дальнейшем к полному прекращению роста у молодых побегов.

Таблица 2. Формирование урожайности чая сорта Колхида в 2020, ц/га.

Варианты	Месяц				Итого	Прибавка
	V	VI	VII	VIII		
Контроль	22	5	5	3	35 ± 9	-
Zn	26	8	4	3	41 ± 1	6
B	24	6	5	5	40 ± 1	5

Ca	25	4	5	3	37 ± 1	2
Zn+B+Mg	22	4	6	4	36 ± 2	1
Mg	21	5	3	2	31 ± 12	-4
S	19	3	4	2	28 ± 8	-7

В сравнении с другими годами по схожим неблагоприятным погодным условиям, можно отметить, что в 2020 году урожайность выше на 9-13 ц, чем в 2012 году, но ниже чем в 2017 года на 10-20 ц (табл. 3). Это связано не только с недостаточным и неравномерным выпадением осадков в течение вегетационного периода, но и с низкими температурами зимнего-ранневесеннего периода.

Таблица 3. Урожайность чая сорта Колхида в неблагоприятные по метеоусловиям годы, ц/га.

Варианты	Годы наблюдений			Отчетный год
	2012	2015	2017	2020
Контроль	26 ± 7	29 ± 3	45 ± 2	35 ± 9
Zn	23 ± 2	29 ± 8	51 ± 9	41 ± 1
B	27 ± 1	30 ± 5	53 ± 7	40 ± 1
Ca	22 ± 2	40 ± 13	57 ± 5	37 ± 1
Zn+B+Mg	27 ± 1	32 ± 3	53 ± 7	36 ± 2
Mg	21 ± 2	26 ± 1	41 ± 12	31 ± 12
S	14 ± 7	26 ± 11	41 ± 20	28 ± 8

Так в 2012 году была потеряна первая волна роста, из-за затянувшихся зимних холодов. И наблюдалось полное отсутствие чайного листа (флеша) в июне, что связано с неравномерностью выпадения осадков в конце апреля – мая. Такие сильные различия между 2020 и 2012 году привели к тому, что урожайность в первую волну роста в 2020 была в среднем в 1,8 раза больше, чем в 2012 году.

На формирование урожая в 2017 повлияли низкие температуры весны, что и отодвинуло первый сбора чайного листа на середину 2 декады мая. В июле 2017 годов прирост молодых флешей на вариантах шел примерно с одинаковой интенсивностью. Наиболее высокий урожай в этот год был получен на варианте с внесением кальция, что связано с усилением сигнальной функции для синтеза стрессорных белков и других защитных соединений, обеспечивающих устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды [15, 16].

Таким образом, установлено, что в стрессовых метеорологических условий листосборного периода при уровне осадков от 400 до 750 мм урожайность чайного листа снижалась в 1,5-2 раза и составляла не более 50-70 % от урожайности в оптимальные годы. Из-за неблагоприятных погодных условий 2020 урожайность чайного листа существенно низкая 25,0 – 40,0 ц/га. В наиболее стрессовый период июнь-август, который характеризовался малым количеством осадков в 2 раза ниже, чем в другие годы, наблюдалось лишь слабое побегообразование. Положительное влияние на урожайность в этих условиях прослеживалось на фоне бора, последствие цинка, в меньшей степени кальция, прирост от применения которых составил в среднем 2-5,5 ц/га.

Список использованной литературы

1. Белоус О.Г., Притула З.В. Показатели урожайности растений чая при внесении микроэлементов // Субтропическое садоводство России, науч.тр. – вып.43. – т.1. – Сочи, ВНИИЦиСК. – 2010. – С. 76–82 – ISSN: 2225-3068.

2. Белоус О.Г., Рындин А.В. Физиологические особенности растений чая в различных почвенно-климатических условиях // Вестник РАСХН. – №3. – 2008. – С. 49–51. – ISSN: 0869-3730.
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 почвенного внесения цинка (Zn) на содержание его подвижных форм в бурой лесной кислой почве чайной плантации на Черноморском побережье Краснодарского края // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2016. – Т. 57. – С. 97–102. – ISSN: 2225-3068.
6. Дараселия М.К., Воронцов В.В., Гвасалия В.П., Цанава В.П. Культура чая в СССР / под ред. Р. Д. Панцхава. – Тбилиси: Мецниереба, 1989. – 558 с. – ISBN 5-520-00355-6.
7. Малюкова Л.С. Оценка влияния метеорологических условий на биопродуктивность почв чайных плантаций в условиях Черноморского побережья России / Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. работ // ВСТИСП. – М., 2014. – Т. 38, вып. 1. – С. 255–261. – ISSN: 2073–4948.
8. Малюкова Л.С. Оптимизация плодородия бурых лесных почв и применения минеральных удобрений при выращивании чая в условиях Черноморского побережья России: – Сочи: ВНИИЦиСК, 2014. – 416 с. – ISBN 978-5-904533-22-9.
9. 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, 1977. – 80 с.
10. Притула З.В., Малюкова Л.С., Великий А.В. Влияние корневого применения микроэлементов (B, Zn) на состояние пигментного комплекса листьев чая (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) // Новые технологии. – 2018. – №2. – С. 128–136. – ISSN: 2072-0920.
11. Рындин А.В. Водно-термический режим субтропиков России // Садоводство и виноградарство, 2009. – № 3. – С. 14–18. – ISSN: 0235–2591.
12. Рындин А.В. Агрэкологические аспекты садоводства влажных субтропиков России - Сочи, 2016. – 260 с. – ISBN: 978-5-904533-29-8.
13. Рындин А.В., Белоус О.Г. Устойчивость растений чая в условиях субтропиков России: диагностика и способы повышения // Сельскохозяйственная биология. – № 3. – 2008. – С. 15–17. – ISSN: 0131-6397. – eISSN: 2313-4836.
14. 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) – pp. 1017–1028.
15. Hrishikesh Upadhyaya, Biman K. Dutta, Lingaraj Sahoo, Sanjib K. Panda Comparative Effect of Ca, K, Mn and B on Post-Drought Stress Recovery in Tea [*Camellia sinensis* (L.) O Kuntze] // American Journal of Plant Sciences, 2012. – 3. – pp. 443–460. - DOI:10.4236/ajps.2012.34054
16. Wang F, Yang S, Guo F, Meng J J, Meng Q W, Wan S B, Li X G. Effect of calcium on peanut (*Arachis hypogae* L.) seedling growth, accumulation of reactive oxygen species and photoinhibition // American Journal Plant Science. – 2015. – Vol. 35. – № 15. – P. 1496–1504. – DOI: 10.5846/stxb201305070965.
17. 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). – pp. 46–49.