

УДК 633.72:581.1:502.55

**АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ
ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ РАСТЕНИЙ ЧАЯ,
ВЫРАЩЕННЫХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ
МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ**

Николаева Т. Н.¹, Загоскина Н. В.¹, Малюкова Л. С.²

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева Российской академии наук,
г. Москва, Россия

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур»,
г. Сочи, Россия

e-mail: niktat2011@mail.ru

В модельных условиях *in vitro* исследована антирадикальная активность (АРА) водных экстрактов, полученных из молодых листьев растений чая (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) сорта ‘Колхида’. Растения выращивали в районе Сочи на бурых лесных кислых почвах при различных условиях минерального питания: внесение макроудобрений N240P70K90 (контроль) и внесение смеси макро- и микроудобрений N240P70K90 + Mg60 + Zn4,3 + B6 (опыт). Более высокая АРА отмечена для экстрактов, полученных из флешей контрольного варианта, по сравнению с опытным. Отмечена тенденция её снижения при использовании материала более позднего (июльского) времени сбора в сравнении с майским периодом сбора.

Ключевые слова: *Camellia sinensis*, растения чая, удобрения, водные экстракты, антирадикальная активность.

Растения чая (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) относятся к важнейшим культурам промышленного использования [10]. В первую очередь это касается получаемого из него напитка – чая, который является компонентом ежедневного рациона человека практически во всех странах мира. Его уникальные свойства определяются комплексом фенольных соединений, благотворно влияющих на человеческий организм, а также проявляющих Р-витаминную капилляроукрепляющую и антирадикальную (АРА) активность [3, 14, 15]. Лучшее качество чая достигается при использовании для его получения верхних листочков молодых побегов растений, так называемых «флешей», для которых характерно высокое накопление этих вторичных метаболитов.

Урожайность сельскохозяйственных культур и качество получаемого из них сырья зависит от многих факторов, включая и плодородие почв [5, 13]. При выращивании на почвах, бедных определёнными минеральными элементами, понижается продуктивность растений и их устойчивость к действию разнообразных стрессовых факторов [1, 5, 19]. И в этом случае важная роль отводится неорганическим удобрениям, содержащим различные макро- и микроэлементы [4, 9]. Наиболее распространённые из них содержат комплекс макроэлементов: азота, фосфора и калия (NPK), – которые необходимы всем без исключения растениям. Кроме того, в удобрения с комплексом NPK иногда добавляют ряд других мезо- и микроэлементов в относительно невысоких концентрациях с учётом плодородия почв и содержания в них всех необходимых для данной культуры микроэлементов.

Целью данного исследования было изучение антирадикальной активности водных экстрактов флешей растений чая, выращенных на почвах разной обеспеченности питательными элементами и собранных в различные периоды вегетации.

Объект и методы исследования. Объектом исследования являлись 3-листные флешки молодых однолетних побегов чая (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze, сорта 'Колхида'). Растения росли на плантации, расположенной в районе Сочи (пос. Уч-Дере, ОАО «Дагомысчай») на почвах с внесением комплекса NPK (N240P70K90; контроль), а также дополнительно смеси элементов (Mg60 + Zn4,3 + B6; опыт). Площадь опытных делянок – 10 м². Повторность 3-кратная. Растительные образцы отбирали в мае и июле (первая и вторая волна роста соответственно), воздушно высушивали, измельчали и хранили в темноте при комнатной температуре.

Для получения водных экстрактов навески сухого растительного материала заливали горячей водой, оставляли на 1 час, надсадочную жидкость отделяли центрифугированием (16 000 об./мин, 5 мин), разбавляли в 10 раз и использовали для спектрофотометрического определения АРА при 560 нм [2]. Метод основан на способности экстрактов растительного материала, содержащего антиоксиданты, ингибировать предварительно генерируемые в модельных условиях *in vitro* супероксид и ОН. Система генерации супероксид-аниона состояла из метионина и рибофлавина, а в качестве детектора супероксида использовали нитросиний тетразолий [12]. АРА выражали как % ингибирования супероксид-аниона от его уровня в контрольном варианте (без добавления экстракта чая).

Антирадикальная активность (АРА) чая является одним из его ценных качеств, поскольку способность связывать свободные радикалы и ионы

тяжёлых металлов в организме человека теоретически должна приводить к замедлению старения и снижению вероятности онкологических заболеваний [18]. Согласно литературным данным, АРА чая определяется количеством катехинов и других полифенолов, которые действуют как антиоксиданты путём секвестрации ионов металлов переменной валентности и нейтрализации активных форм кислорода и азота [14, 20]. Биосинтез этих полифенольных соединений зависит от различных факторов окружающей среды (температура, влажность, освещённость, химический состав почв) и факторов земледелия (удобрения, качество сбора чайного листа, технология изготовления готового продукта). Как следует из полученных нами данных, АРА водных экстрактов, полученных из флешей растений чая, растущих в контрольных и опытных условиях, была достаточно высока (рис. 1), её уровень представлял собой величины одного порядка. В водных экстрактах флешей растений, где в почву дополнительно вносили смесь мезо- (Mg) и микроэлементов (Zn и B), АРА была меньше, чем в контрольном варианте. Следует также отметить зависимость её уровня от времени сбора материала: в обоих случаях более высокие показатели были в водных экстрактах периода первого сбора флешей (май).

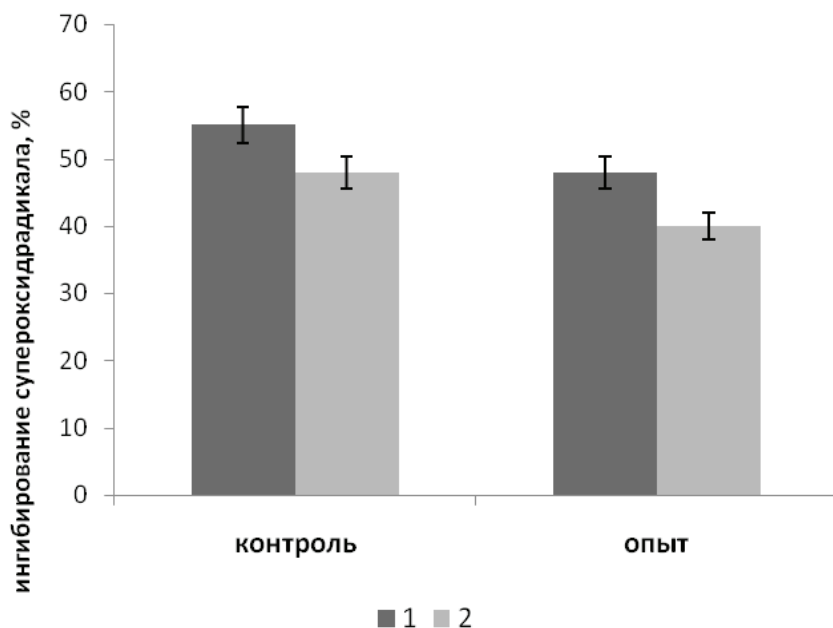


Рис 1. Антирадикальная активность водных экстрактов, полученных из флешей растений чая разного времени сбора (1, 2 – май, июль соответственно) и условий произрастания (контроль, опыт)

Проведёнными ранее исследованиями [6–8] было показано, что при внесении в почву смеси мезо- и микроэлементов на фоне макроэлементов (NPK) увеличивалась урожайность чая (в среднем на 15–20 ц/га), а также улучшалось его качество (содержание танина на контроле в мае и июле – 25,3 и 31,1 % и на варианте «смесь» – 27,6–33,5 % соответственно). В значительной степени это определяется содержанием фенольных соединений, кофеина, теобромона, микроэлементов и других экстрактивных веществ [8, 11, 17]. Согласно нашим данным, АРА водных экстрактов флешей чайного растения, выращиваемых на почвах с дополнительным внесением мезо- и микроэлементов, была несколько ниже по сравнению с контрольным вариантом. Возможно, эти изменения являются следствием более активного роста растений и накопления ими биомассы, что может негативно влиять на их способность к накоплению биологически активных антиоксидантов.

Водные экстракты, полученные из флешей растений чая сорта 'Колхида', выращенного в экологических условиях Черноморского побережья Краснодарского края, характеризовались высокой антирадикальной активностью. Внесение в почву смеси мезо- и микроэлементов на фоне макроэлементов (NPK) повышало урожайность растений чая, как это было отмечено ранее, однако, АРА водных экстрактов, полученных из их флешей, была ниже, по сравнению с контролем.

Библиографический список

1. Битюцкий Н.П. Микроэлементы высших растений. – СПб.: С.-Пб. ун-т, 2011. – 368 с. – ISBN: 978-5-288-05127-2.
2. Волкова Л.А., Урманцева В.В., Бургутин А.Б., Носов А.М. Особенности адаптогенного действия комплекса фенилпропаноидов на культуру клеток диоскореи в условиях абиотического стресса // Физиология растений. – 2013. – Т. 60(2) – С. 230-239. – doi: 10.7868/S0015330313010107
3. Запрометов М.Н. Биохимия катехинов. – М.: Наука, 1964. – 226 с.
4. Малюкова Л.С. Микроэлементы в системе «почва – чайное растение» в условиях субтропиков России: монография. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2011. – 114 с. – ISBN: 978-5-904533-13-7.
5. Малюкова Л.С. Оптимизация плодородия бурых лесных почв и применения минеральных удобрений при выращивании чая в России: монография. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2014. – 416 с. – ISBN: 978-5-904533-22-9.
6. 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.
7. Притула З.В., Великий А.В., Малюкова Л.С. Влияние мезо- и микроудобрений на качество чайного сырья в условиях Черноморского побережья России // Плодоводство и ягодоводство России. – 2014. – Т. 38. – Вып. 2. – С. 52-58. – ISSN: 2073-4948.
8. 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.
9. Ринькис Г.Я., Ноллендорф В.Ф. Сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами. – Рига: Зинатне, 1982. – 202 с.

10. Туов М.Т., Троянская А.И. Особенности возделывания чая сорта 'Колхида' в условиях Краснодарского края // Выращивание субтропических культур на Черноморском побережье Краснодарского края. – 1988. – Вып. 32. – С. 15-20.
11. Хочолава И.А. Технология чая. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 303 с.
12. Beauchamp C., Fridovich J. Superoxide dismutase: improved assays and an assay applicable to acrylamide gels // *Annal. Biochem.* – 1971. – Vol. 44. – P. 276-287.
13. Ferrara L., Montesano D., Senatore A. The distribution of minerals and flavonoids in the tea plant (*Camellia sinensis*) // *Farmaco.* – 2001. – Vol. 56. – P. 397-401.
14. Frei B., Higdon J. Antioxidant activity of tea polyphenols in vivo: evidence from animal studies // *J. Nutr.* – 2003. – № 133. – P. 3275-3284.
15. Hayat K., Iqbal H., Malik U., Bilal U., Mushtaq S. Tea and its consumption: Benefits and risks // *Crit. Rev. Food Sci.* – 2015. – Vol. 55. – P. 939-954.
16. Hernandez I., Alegre L., Van Breusegem F., Munn-Bosch S. How relevant are flavonoids as antioxidants in plants? // *Trends Plant Sci.* – 2009. – Vol. 14. – P. 125-132.
17. Tanaka T., Mine C., Inoue K., Matsuda M., Kouno I. Synthesis of theaflavin from epicatechin and epigallocatechin by plant homogenates and role of epicatechin quinone in the synthesis and degradation of theaflavin // *J. Agr. Food Chem.* – 2002. – Vol. 50. – P. 2142-2148.
18. Unachukwu U.J., Ahmed S., Kavalier A., Lyles J.T., Kennelly E.J. White and green teas (*Camellia sinensis* var. *sinensis*): variation in phenolic, methylxanthine, and antioxidant profiles // *J. Food Science.* – 2010. – Vol. 75. – P. 542-548.
19. 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] // *Am. J. Plant Sci.* – 2012. – № 3. – P. 443-460. – doi: 10.4236/ajps.2012.34054
20. Wiseman S.A., Balentine D.A., Frei B. Antioxidants in tea // *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* – 1997. – № 37. – P. 705-708.

ANTIRADICAL ACTIVITY IN AQUEOUS EXTRACTS FROM TEA PLANTS, GROWN UNDER DIFFERENT CONDITIONS OF MINERAL NUTRITION

Nikolayeva T. N.¹, Zagoskina N. V.¹, Malyukova L. S.²

¹ Federal State Budgetary Scientific Institution
Institute of Plants Physiology named after K. A. Timiryazev
of the Russian Science Academy,
c. Moscow, Russia

² Federal State Budgetary Scientific Institution
"Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops",
c. Sochi, Russia

e-mail: niktat2011@mail.ru

The paper studies antiradical activity (ARA) of aqueous extracts obtained from young tea leaves (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) of 'Colhida' cultivar. Plant cultivation was carried out in Sochi, on brown forest acid soils under various conditions of mineral nutrition: application of macrofertilizers N240P70K90 (control) and application of a mixture of macro- and microfertilizers N240P70K90 + Mg60 + Zn4.3 + B6 (experiment). A higher ARA was noted for extracts obtained from the shoots of the control variant, compared to the experimental one. The tendency of its decrease is noted when using the material of a later harvesting time (July), compared to May period.

Key words: *Camellia sinensis*, tea plants, fertilizers, aqueous extracts, antiradical activity.