

Глава 3.

БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 581.1

doi: 10.31360/2225-3068-2021-78-66-76

**АДАПТАЦИЯ *IN VIVO* И *IN VITRO*
РАСТЕНИЙ *CAMELLIA SINENSIS* (L.) KUNTZE
К ДЕЙСТВИЮ КАЛЬЦИЯ**

**Нечаева Т.Л.¹, Зубова М.Ю.¹, Малюкова Л.С.², Гвасалия М.В.²,
Конинская Н.Г.², Загоскина Н.В.¹**

¹ Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева
Российской академии наук,
г. Москва, Россия, e-mail: NechaevaTatyana.07@yandex.ru

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр»
Российской академии наук,
г. Сочи, Россия, e-mail: m.v.gvasaliya@mail.ru

Изучен адаптивный потенциал растений и микропобегов чая (система *in vivo* и *in vitro*, соответственно) на длительное воздействие ионов кальция (Ca^{2+}), как элемента с многофункциональной активностью. Отмечено снижение уровня перекисного окисления липидов в листьях растений и микропобегов опытных вариантов по сравнению с контролем, что свидетельствовало об уменьшении интенсивности окислительных процессов при повышении концентрации Ca^{2+} в среде обитания. Суммарное содержание фенольных биоантиоксидантов в листьях микропобегов было в 3 раза выше в сравнении с растениями и не изменялось под воздействием кальция. Количество каротиноидов было соизмеримо в контрольных вариантах и снижалось на фоне повышенной концентрации Ca^{2+} только в листьях растений чая. В целом отмечено значительное сходство адаптивных реакций растений и микропобегов чая на воздействие Ca^{2+} , что доказывает обоснованность экстраполяции данных, полученных в культуре *in vitro*, на растения чая при изучении действия различных экзогенных индукторов.

Ключевые слова: *Camellia sinensis*, растения, микропобеги, кальций, перекисное окисление липидов, фенольные соединения, каротиноиды.

Адаптация растений к изменяющимся условиям окружающей среды рассматривается как одно из важных направлений в области фундаментальных и прикладных наук. Это обусловлено необходимостью выяснения механизмов, ответственных за эти процессы, а также поиска методических подходов, позволяющих повысить продуктивность культур. И в этом случае большой и многолетний интерес вызывает такой

химический элемент как кальций (Ca^{2+}), для которого характерна многофункциональность действия на растительные объекты [10, 28]. При его поступлении отмечались изменения в их росте, продуктивности, фотосинтетической активности, устойчивости к стрессовым воздействиям и др. [19, 30, 26, 1].

К числу промышленно-ценных культур широкого спектра использования относятся растения чая (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze), характеризующиеся высокой способностью к накоплению различных биологически активных веществ [14, 5, 23, 12]. Многие из них обладают высокой антиоксидантной активностью, что привлекает к ним внимание учёных и практиков [17, 18]. В первую очередь это относится к фенольным соединениям – одним из наиболее распространённых в растениях вторичных метаболитов [4, 22, 3]. Благодаря их химической структуре они быстро взаимодействуют с активными формами кислорода, тем самым защищая клетки растений от их токсического действия [27]. К числу веществ с выраженной антиоксидантной активностью относятся и каротиноиды, образование которых характерно для всех фотосинтезирующих организмов [16]. Следует также отметить, что биосинтез как фенольных соединений, так и каротиноидов осуществляется в хлоропластах растений, а биологическая активность этих веществ обусловлена наличием сопряженных двойных связей в структуре, что имеет важное значение при защите клеток от фотодеструкции [9].

Одним из подходов при изучении функциональной активности растительных тканей могут быть культуры *in vitro*, к числу которых относятся и микропобеги чая [2]. Они служат хорошей модельной системой для оценки действия абиотических и биотических факторов, хотя нет чётких представлений о сходстве или отличии этих реакций в тканях интактных растений и микропобегов.

Целью работы было изучение адаптации *in vivo* и *in vitro* растений чая к длительному воздействию ионов кальция (Ca^{2+}), основываясь на определении уровня перекисного окисления липидов, а также содержания суммы фенольных соединений и каротиноидов в их листьях.

Объекты и методы. Объектами исследования служили растения и *in vitro* микропобеги чая (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze, сорт Колхида), выращенные в стандартных условиях или подвергнутых действию Ca^{2+} .

Растения чая выращивали в контейнерах (объём 0,5 кг) в условиях, аналогичных естественным, в течение 2 лет. При проведении опыта в почву вносили Ca^{2+} , используя для этого водный раствор $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ из расчёта 250–300 мг/кг почвы или 150 мг/растение. Контролем служил вариант, где нитрат кальция был заменён нитратом аммония. В обоих

случаях концентрация азота составляла 200 мг/кг или 100 мг азота/растение. Внесение вещества осуществляли в летний период (август) и по истечении 5 месяцев проводили отбор листьев для исследований.

Микропобеги чая выращивали в условиях *in vitro* на питательной среде Мурасиге-Скуга, содержащей 6-бензиламинопурина (6 мг/л), а также 1-нафтилуксусную (1 мг/л) и гибберелловую кислоты (2 мг/л) [2]. При изучении воздействия Ca^{2+} в питательную среду вносили концентрацию CaCl_2 , которая вдвое превышала таковую в контроле (880 мг/л и 440 мг/л, соответственно). В каждом варианте было 10–15 микропобегов, которые культивировали в течение 4 месяцев в условиях 16-часового фотопериода при освещении 3 000 люкс. Для анализа использовали их листья.

Содержание воды определяли после высушивания растительного материала до постоянного веса при 70 °С [5]. Уровень перекисного окисления липидов (ПОЛ) в листьях определяли по содержанию малонового диальдегида (МДА), используя качественную реакцию с тиобарбитуровой кислотой (ТБК) [11]. Для этого навеску замороженного в жидком азоте растительного материала гомогенизировали в 0,1 М трис-НСl буфере (рН 7,5), содержащем 0,35 М NaCl, после чего добавляли 0,5%-ный раствор ТБК в 20%-ной трихлоруксусной кислоте. Реакционную смесь инкубировали на кипящей водяной бане в течение 30 минут и измеряли оптическую плотность раствора при 532 нм. Для расчёта содержания МДА использовали коэффициент молярной экстинкции равный $1,56 \times 10^5 \text{ см}^{-1}\text{M}^{-1}$ [21].

Фенольные соединения извлекали из зафиксированного жидким азотом материала 96%-ным этанолом при 45 °С в течение 40 мин [11]. Гомогенат центрифугировали (16 000 об./мин, 10 мин) и в надосадочной жидкости проводили спектрофотометрическое определение суммарного содержания фенольных соединений с реактивом Фолина-Дениса (поглощение при 725 нм), [11]. Калибровочную кривую строили по (-)-эпикатехину.

Пигменты извлекали из свежих листьев чая 96%-ным этанолом и полученный гомогенат центрифугировали в течение 5 мин при 13 000 об./мин [15]. В надосадочной жидкости спектрофотометрическим методом определяли содержание каротиноидов при 440 нм, количество которых рассчитывали стандартным методом [16].

Все определения проводили в трёх биологических и трёх аналитических повторностях. Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью программ Microsoft Excel 2010 и SigmaPlot 12.2. На рисунках представлены средние арифметические значения определений и их стандартные ошибки ($\pm\text{SEM}$). Достоверность различий средних

значений определяли по t-критерию Стьюдента при $P \leq 0,05$ и обозначали её разными латинскими буквами.

Результаты и их обсуждение. Важным показателем ответной реакции растений на действие экзогенных факторов, в том числе Ca^{2+} , являются их морфофизиологические характеристики [6]. Растения чая сорта Колхида – это лучший и единственный сорт, возделываемый в промышленных масштабах во влажных субтропиках России [14, 29]. При их выращивании методом горшечной культуры в течение двух лет они были невысокими, с хорошо развитыми листьями зелёного цвета удлинённо-овальной формы (рис. 1А). У растений контрольного варианта длина листовой пластинки в среднем составляла $9,6 \pm 1,5$ см, у опытного варианта она была ниже ($8,6 \pm 1,3$), хотя эти различия нельзя считать статистически достоверными.

Для микропобегов чая, выращенных в условиях *in vitro*, характерно формирование листьев ярко-зелёного цвета (рис. 1Б). Они значительно отличались от таковых *in vivo*-растений как по форме, так и по размерам. При высоком содержании Ca^{2+} в основной питательной среде их длина была меньше, чем в контроле.

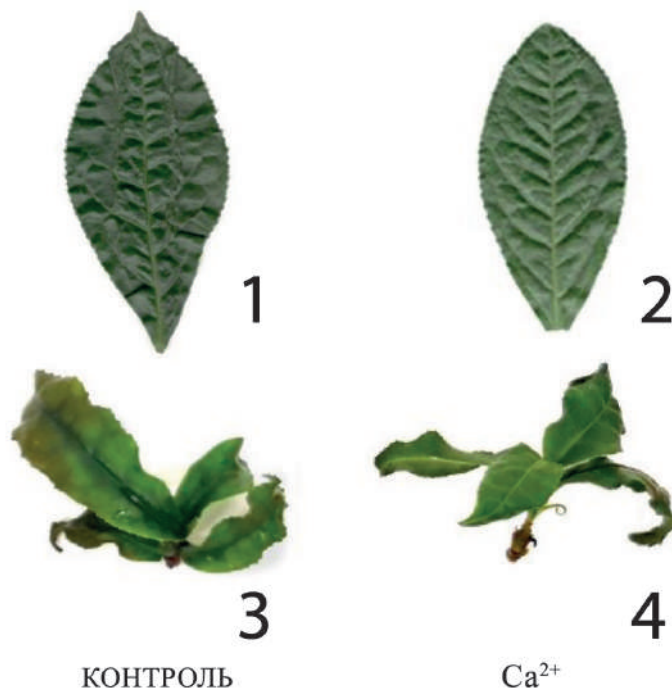


Рис. 1. Внешний вид листьев растений (1, 2) и микропобегов (3, 4) чая, выращенных в контрольных условиях и в присутствии Ca^{2+}

Следовательно, длительное воздействие Ca^{2+} на растения и микропобеги чая приводило к изменениям морфофизиологических характеристик их листьев, что свидетельствует о значительном сходстве проявлений адаптивных реакций в условиях *in vivo* и *in vitro*. Об изменениях в характере роста и развития различных видов растений в условиях действия Ca^{2+} сообщалось в литературе [8].

Важным аспектом жизнедеятельности растений является оводнённость их тканей. В листьях *in vivo*-растений чая, длительно выращиваемых в присутствии Ca^{2+} , она была достоверно ниже по сравнению с контролем ($56,04 \pm 1,21$ % и $59,18 \pm 1,81$ %, соответственно). Следовательно, процесс адаптации сопровождался изменениями в их водном балансе. Это согласуется с литературными данными, свидетельствующими об изменениях оводнённости растительных тканей при действии Ca^{2+} и этот эффект видо- и концентрационно-специфичен [25, 24].

Определение оводнённости листьев микропобегов чая продемонстрировало отсутствие изменений в этом показателе при наличии Ca^{2+} в питательной среде, который сохранялся на уровне контроля ($66,22 \pm 1,92$ % и $66,73 \pm 2,28$ %, соответственно). Можно отметить, что содержание воды в листьях микропобегов было выше, чем в листьях растений. Вероятно, это обусловлено контролируруемыми условиями их выращивания *in vitro*.

Одними из самых ранних реакций растительного организма, связанных с восприятием внешнего воздействия Ca^{2+} , являются внутриклеточные изменения его концентраций, обеспечивающие снижение окислительных повреждений у растений. Однако устойчивое накопление Ca^{2+} в цитозоле при длительном его поступлении может оказывать цитотоксическое действие на клетки растений [20]. В связи с этим, следующим этапом нашего исследования являлось определение интенсивности ПОЛ, как важного показателя состояния клеток [13]. Как следует из представленных на рисунке 2 данных, в контрольных условиях содержание МДА в листьях микропобегов чая почти вдвое превышало таковое в листьях растений. Это свидетельствует о различном уровне активных форм кислорода при росте чая в условиях *in vivo* и *in vitro*. Можно даже предположить, что при длительном выращивании на питательных средах микропобеги чая испытывают стрессовое воздействие, судя по такому параметру как уровень ПОЛ.

Воздействие Ca^{2+} приводило к значительным изменениям в содержании МДА в исследованных вариантах. Во-первых, оно снижалось по сравнению с контролем: в листьях растений чая – в 1,4 раза, а в листьях микропобегов – в 2 раза (рис. 2). Кроме того, несмотря на более высокий уровень ПОЛ в *in vitro*-культурах, он был всего на 10 %

выше такового *in vivo*-культур. Всё это свидетельствует о том, что Ca^{2+} уменьшал интенсивность окислительных процессов в клетках растений и микропобегов чая и способствовал «стабилизации» в них уровня ПОЛ. Это ещё раз подчеркивает его особенную роль как важного внутриклеточного мессенджера, участвующего в передаче сигнала из окружающей среды и «регулирующего» сигналы развития [28].

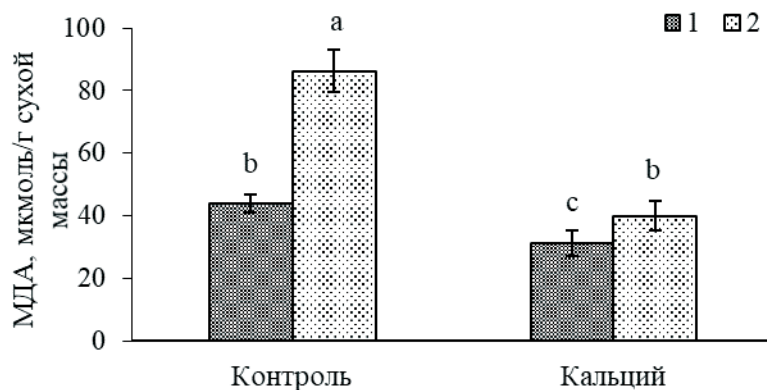


Рис. 2. Содержание малонового диальдегида (МДА) в листьях растений (1) и микропобегов (2) чая, выращенных в контрольных условиях или при воздействии Ca^{2+}

Поскольку фенольные соединения рассматриваются как одни из компонентов антиоксидантной системы защиты и вещества, характеризующиеся высокой антиоксидантной активностью, мы провели их определение в исследуемых вариантах (рис. 3). Суммарное содержание фенольных соединений свидетельствует о способности растительных тканей к их биосинтезу [5]. В нашем случае в листьях микропобегов чая контрольного варианта их количество почти в 3 раза превышало таковое в листьях растений. В определенной степени эти различия согласуются с данными по уровню ПОЛ в этих тканях и свидетельствуют о прямой корреляции между ними: чем выше в них уровень ПОЛ, тем больше накапливается фенольных соединений. Эти данные ещё раз подтверждают факт важной роли фенольных соединений в защите клеток растений от действия активных форм кислорода [27]. Интересен и тот факт, что в листьях растений и микропобегов чая, выращиваемых в присутствии Ca^{2+} , их содержание сохранялось на уровне контроля. Следовательно, длительное воздействие Ca^{2+} не вызывало изменений в накоплении фенольных соединений в клетках чайного растения ни в условиях *in vivo*, ни в условиях *in vitro*.

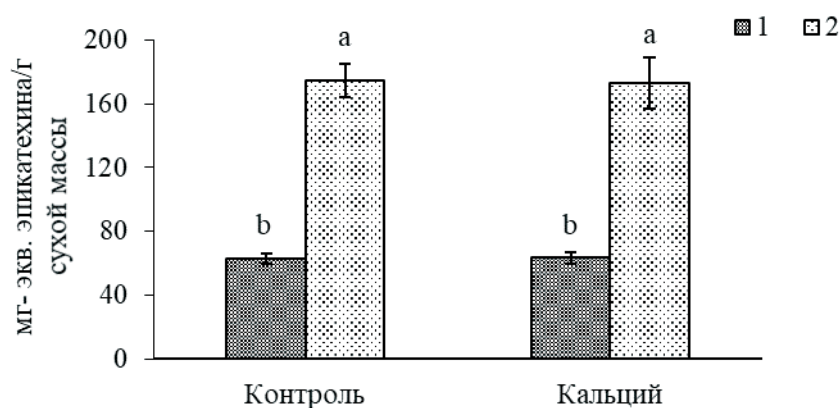


Рис. 3. Суммарное содержание фенольных соединений в листьях растений (1) и микропобегов (2) чая, выращенных в контрольных условиях или при воздействии Ca^{2+}

Другими важными метаболитами фотосинтезирующих тканей растений являются каротиноиды, функциональная роль которых связана с фотосинтезом, защитой фотосинтетического аппарата от фотоокислительных повреждений, а также их участием в качестве антиоксидантов [9]. Определение их содержания в листьях контрольных вариантов чая показало практически равный их уровень (рис. 4).

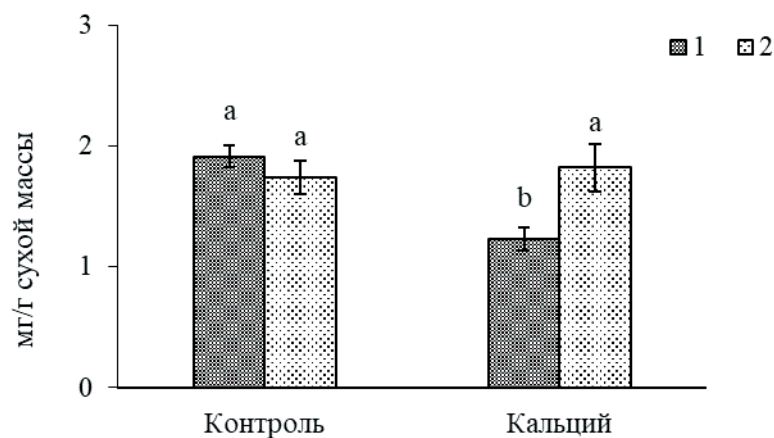


Рис. 4. Содержание каротиноидов в листьях растений (1) и микропобегов (2) чая, выращенных в контрольных условиях или при воздействии Ca^{2+}

При воздействии Ca^{2+} содержание каротиноидов в листьях *in vivo*-растений снижалось в 1,5 раза, тогда как в микропобегах было равным таковому в контрольном варианте. Исходя из этих данных можно предположить отсутствие эффекта проявления его регуляторной роли в отношении образования каротиноидов при длительном воздействии на растения чая. В условиях полевого опыта ранее было показано, что в стрессовых условиях (засуха) на фоне корневого внесения кальция содержащего природного материала наблюдается увеличение доли каротиноидов в составе фотосинтетического пигментного комплекса растений чая [7]. О специфичности проявления Ca^{2+} -сигналинга у растительных объектов сообщалось в литературе [28].

Заключение. Длительное экзогенное воздействие Ca^{2+} влияет на морфофизиологические характеристики *in vivo* и *in vitro*-растений чая, снижает интенсивность окислительных процессов в их листьях (особенно у микропобегов) и не влияет на суммарное накопление фенольных соединений. Изменения в накоплении каротиноидов в этих условиях отмечались только у растений чая. Всё это свидетельствует о значительном сходстве адаптивных реакций растений и микропобегов чая на воздействие Ca^{2+} .

Исследования выполнены за счёт средств гранта РФФИ и Администрации Краснодарского края № 19-416-230049, а также при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках тем государственного задания Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук (№ АААА-А-19-11904189005-8) и Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федерального исследовательского центра «Субтропический научный центр Российской академии наук» (№ 0492-2021-0010).

Библиографический список

1. Великий А.В. Влияние кальциевой селитры на урожайность чая сорта 'Колхида' в субтропической зоне России // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2021. – Вып. 76. – С. 152-160. – <https://doi.org/10.31360/2225-3068-2021-76-152-160>.
2. Гвасалия М.В. Особенности морфогенеза длительно культивируемых *in vitro* микропобегов растений чая (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2021. – Вып. 76. – С. 81-89. – <https://doi.org/10.31360/2225-3068-2021-76-81-88>.
3. Загоскина Н.В., Назаренко Л.В. Вторичные метаболиты растений и биотехнология. – М.: Филигрань, 2019. – 156 с. – ISBN 978-5-6043691-1-1.
4. Запрометов М. Н. Фенольные соединения: Распространение, метаболизм и функции в растениях. – М.: Наука, 1993. – 272 с. – ISBN 5-02-004141-6.

5. Зубова М.Ю., Николаева Т.Н., Нечаева Т.Л., Малюкова Л.С., Загоскина Н.В. О содержании пигментов, фенольных соединений и антирадикальной активности молодых побегов чая (*Camellia sinensis* L.) // Химия растительного сырья. – 2019. – № 4. – С. 249-257. – <https://doi.org/10.14258/jcprpm2019046065>.
6. Карпец Ю.В., Колупаев Ю.Е., Ястреб Т.О., Обозный А.И. Индуцирование теплоустойчивости проростков пшеницы экзогенными кальцием, пероксидом водорода и донором оксида азота: функциональное взаимодействие сигнальных посредников // Физиология растений. – 2016. – Т. 63(4). – С. 521-531. – <https://doi.org/10.7868/S0015330316040072>.
7. Малюкова Л.С., Притула 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. – <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.5.673rus>.
8. Маляровская В.И., Малюкова Л.С., Конинская Н.Г. Влияние кальция на физиолого-биохимические параметры гидрангеи крупнолистной (*Hydrangea macrophylla* Ser.) в медленнорастущей культуре *in vitro* // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2020. – № 66. – С. 270-283. – <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2020-6-66-270-283>.
9. Маслова Т.Г., Марковская Е.Ф., Слемнев Н.Н. Функции каротиноидов в листьях высших растений (обзор) // Журнал общей биологии. – 2020. – Том 81(4). – С. 297-310. – <https://doi.org/10.31857/S0044459620040065>.
10. Медведев С.С. Кальциевая сигнальная система растений // Физиология растений. – 2005. – Т. 52(2). – С. 282-305. – ISSN 0015-3303.
11. Нечаева Т.Л., Николаева Т.Н., Загоскина Н.В. Влияние салициловой и оксибензойной кислот на *in vitro*-культуры чайного растения и накопление в них фенольных соединений // Известия РАН. Серия биологическая. – 2020. – № 4. – С. 385-392. – <https://doi.org/10.31857/S0002332920040098>.
12. Платонова Н.Б., Клемешова К.В., Платонов А.А., Белоус О.Г. Варьирование некоторых антиоксидантов в чае, произрастающем во влажных субтропиках России // Плодоводство и ягодоводство России. – 2020. – Т. 63. – С. 103-109. – <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2020-63-103-109>.
13. Полесская О.Г. Растительная клетка и активные формы кислорода. – М.: КДУ, 2007. – 144 с. – ISBN 978-5-98227-252-2.
14. Рындин А.В. Агроэкологические аспекты садоводства влажных субтропиков России. – Краснодар: ООО «Просвещение-ЮГ», 2016. – 260 с. – ISBN 978-5-904533-29-8.
15. Цыпурская Е.В., Казанцева В.В., Фесенко А.Н., Загоскина Н.В. Рост проростков гречихи обыкновенной (*Fagopyrum esculentum* Moench) и накопление первичных и вторичных метаболитов при различных условиях минерального питания // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т. 54(5) – С. 946-957. – <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.5.946rus>.
16. Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зелёных листьев // Биохимические методы в физиологии растений. – М.: Наука, 1971. – С. 154-170.
17. Crozier A., Jaganath I.B., Clifford M.N. Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health // Nat. Prod. Rep. – 2009. – Vol. 26(8). – P. 1001-1043. – <https://doi.org/10.1039/b802662a>.
18. Daglia M., Antiochia R., Sobolev A.P., Mannina L. Untargeted and targeted methodologies in the study of tea (*Camellia sinensis* L.) // Food Research International 63. – 2014. – Vol. 63. – P. 275-289. – <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.03.070>.

19. Ding Y., Shi Y., Yang S. Advances and challenges in uncovering cold tolerance regulatory mechanisms in plants // *New Phytologist*. – 2019. – Vol. 222(4). – P. 1690-1704. – <https://doi.org/10.1111/nph.15696>.
20. Edel K.H., Marchadier E., Brownlee C., Kudla J., Hetherington A.M. The evolution of calcium-based signalling in plants // *Current Biology*. – 2017. – Vol. 27(13). – P. R667-R679. – <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.05.02>.
21. Hodges D.M., DeLong J.M., Forney C.F., Prange R.K. Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds // *Planta*. – 1999. – Vol. 207(4). – P. 604-611.
22. Jacobo-Velázquez D.A., Cisneros-Zevallos L. Recent advances in plant phenolics // *Molecules*. – 2017. – Vol. 22(8). – P. 1249. – <https://doi.org/10.3390/molecules22081249>.
23. Jiang H., Yu F., Qin L., Zhang N., Cao Q., Schwab W., Li D., Song C. Dynamic change in amino acids, catechins, alkaloids, and gallic acid in six types of tea processed from the same batch of fresh tea (*Camellia sinensis* L.) leaves // *J. Food Composition and Analysis*. – 2019. – Vol. 77. – P. 28-38. – <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.01.005>.
24. Kaczmarek M., Fedorowicz-Stronska O., Głowacka K., Waskiewicz A., Sadowski J. CaCl₂ treatment improves drought stress tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.) // *Acta Physiologiae Plantarum*. – 2017. – Vol. 39(1). – P. 41-52. – <https://doi.org/10.1007/s11738-016-2336-y>.
25. Li Z., Tan X.F., Lu K., Liu Z.M., Wu L.L. The effect of CaCl₂ on calcium content, photosynthesis, and chlorophyll fluorescence of tung tree seedlings under drought conditions // *Photosynthetica*. – 2017. – Vol. 55(3). – P. 553-560. – <https://doi.org/10.1007/s11099-016-0676-x>.
26. Malyukova L.S., Pritula Z.V., Kozlova N.V., Veliky A.V., Rogozhina E.V., Kerimzade V.V., Samarina L.S. Effects of calcium-containing natural fertilizer on *Camellia sinensis* (L.) Kuntze // *Bangladesh J. Bot.* – 2021. – Vol. 50(1). – P. 179-187. – <https://doi.org/10.3329/bjb.v50i1.52686>.
27. Naikoo M.I., Dar M.I., Raghieb F., Jaleel H., Ahmad B., Raina A., Khan F.A., Naushin F. Role and regulation of plants phenolics in abiotic stress tolerance: an overview // *Plant signaling molecules*. – 2019. – P. 157-168.
28. Pirayesh N., Giridhar M., Khedher A., Vothknecht U.C., Chigri F. Organellar calcium signaling in plants: An update // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Cell Research*. – 2021. – Vol. 18(4). – P. 118948. – <https://doi.org/10.1016/j.bbamcr.2021.118948>.
29. Samarina L., Matskiv A., Simonyan T., Koninskaya N., Malyarovskaya V., Gvasaliya M., Malyukova L., Tsaturyan G., Mytdyeva A., Martinez-Montero M.E., Choudhary R., Ryndin A. Biochemical and genetic responses of tea (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) microplants under mannitol-induced osmotic stress in vitro // *Plants*. – 2020. – № 9. – P. 1795. – <https://doi.org/10.3390/plants9121795>.
30. Wang X., Zhu B., Jiang Z., Wang S. Calcium-mediation of jasmonate biosynthesis and signaling in plants // *Plant Science*. – 2019. – Vol. 287. – P. 110192. – <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2019.110192>.

**ADAPTATION OF *IN VIVO* AND *IN VITRO* PROPAGATED
CAMELLIA SINENSIS (L.) KUNTZE PLANTS
TO THE ACTION OF CALCIUM**

**Nechayeva T.L.¹, Zubova M.Yu.¹, Malyukova L.S.², Gvasaliya M.V.²,
Koninskaya N.G.², Zagoskina N.V.¹**

¹ K. A. Timiryazev Institute of Plant Physiology
of the Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia, e-mail: NechaevaTatyana.07@yandex.ru

² Federal Research Centre
the Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences,
Sochi, Russia, e-mail: m.v.gvasaliya@mail.ru

The adaptive potential of tea plants and micro-shoots (*in vivo* and *in vitro* systems, respectively) for long-term exposure to calcium ions (Ca^{2+}), as an element with multifunctional activity, was studied. There was a decrease in the level of lipid peroxidation in the plants' and micro-shoots' leaves of the experimental variants compared with the control, which indicated a decrease in the intensity of oxidative processes with an increase in the concentration of Ca^{2+} in the habitat. The total content of phenolic bioantioxidants in the micro-shoots' leaves was 3 times higher in comparison with the plants and did not change under the influence of calcium. The amount of carotenoids was comparable in the control variants and decreased against the background of an increased concentration of Ca^{2+} only in tea plants' leaves. In general, there is a significant similarity between the adaptive reactions of tea plants and micro-shoots to the effect of Ca^{2+} , which proves the validity of extrapolation of the data obtained in *in vitro* culture on tea plants when studying the action of various exogenous inducers.

Key words: *Camellia sinensis*, plants, microshoots, calcium, lipid peroxidation, phenolic compounds, carotenoids.

УДК:634.2:631.53

doi: 10.31360/2225-3068-2021-78-76-82

ВЛИЯНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД С РАЗЛИЧНЫМ ГОРМОНАЛЬНЫМ СОСТАВОМ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ РАЗМНОЖЕНИЯ СОРТОВ ВИШНИ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

Ташматова Л.В., Ряго Н.В., Мельяновская А.Ю.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур».
г. Орёл, Россия, e-mail: Ryago@vniispk.ru

В целях совершенствования классического селекционного процесса все большее значение приобретает использование биотехнологических методов и приёмов, в частности культивирования растений *in vitro*, направленных на сокращение времени получения ценных генотипов. В статье представлены результаты изучения влияния питательных сред с различным гормональным составом на интенсивность размножения сортов вишни в культуре *in vitro*. Опыт проводился на базе лаборатории биотехнологии ВНИИСПК (г. Орёл) в 2019 и