

DOI: 10.25205/978-5-4437-1843-9-286

**ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА И СЕЗОНА НА ТРАНСКРИПТОМНЫЕ ПРОФИЛИ РАСТЕНИЯ ЧАЯ
(*CAMELLIA SINENSIS* (L.) KUNTZE)^{*}**

**EFFECT OF GENOTYPE AND SEASON ON THE TRANSCRIPTOME PROFILES
OF TEA PLANT (*CAMELLIA SINENSIS* (L.) KUNTZE)**

Р. М. Шхалахова, Л. С. Самарина, Л. С. Малюкова

Федеральный исследовательский центр «Субтропический научный центр РАН», Сочи

R. M. Shkhalakhova, L. S. Samarina, L. S. Malyukova

Federal Research Centre “The Subtropical Scientific Centre RAS”, Sochi

✉ shhalahova1995@mail.ru

Аннотация

Был проведен анализ сезонной динамики транскриптомных профилей трех генотипов чая разной пloidности. Результаты исследования вносят вклад в понимание особенностей транскрипционных механизмов адаптаций к сезонным изменениям у чайного растения. Выявленные дифференциальную экспрессирующими гены и их функциональное значение подчеркивают сложные молекулярные механизмы, которые управляет качеством чая в изменяющихся условиях.

Abstract

This study, the seasonal dynamics of transcriptomic profiles was analyzed in three tea genotypes of different ploidy levels. The results contribute to understanding the transcriptional adaptation mechanisms to seasonal changes in tea plants. The identified DEGs and their functional significance highlight the complex molecular mechanisms regulating tea quality under changing environmental conditions.

На рост и развитие чайного растения (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) и качество чая существенно влияют различные факторы, включая особенности генотипа и сезонные изменения (колебания температуры, количества осадков и солнечного света и т. д.) [1]. При этом генотипы чая разной пloidности могут иметь различные транскрипционные и метаболические адаптационные реакции на сезонные изменения. Кроме того, известно, что полиплоидизация может привести к значительным изменениям в морфологии и физиологии растений, увеличивая скорость роста и генетические преимущества по мере увеличения числа хромосом. В связи с этим целью данного исследования было проанализировать общие и отличительные особенности транскриптомных профилей у ди-, три- и тетраплоидных генотипов чая в сезонной динамике.

В качестве материалов были использованы растения из полевой коллекции Федерального исследовательского центра «Субтропический научный центр РАН» (Сочи). Исследовались 3 генотипа: сорт Колхида (диплоид) — контроль, мутантные формы № 582 (триплоид) и № 619 (тетраплоид), выведенные в СССР в 1970–1980-х гг. путем γ -облучения семян сорта Колхида. Для выделения РНК собирали 2-й зрелый лист сверху и сразу помещали в жидкий азот для транспортировки и дальнейшего анализа. Секвенирование мРНК, сборку транскриптомов и аннотацию генов проводили согласно методике ранее опубликованного исследования [2]. Статистический анализ данных проводился с использованием ПО XLSTAT (бесплатная пробная версия) (<https://www.xlstat.com/>).

Общие механизмы сезонной адаптации у всех генотипов. По данным анализа GO и KEGG, у всех генотипов в июле и августе по сравнению с маев наблюдалось обогащение фенилпропаноидного пути и метаболических путей, связанных защитными стрессовыми реакциями. Ключевые ДЭГи в августе по сравнению с маев у всех генотипов: факторы транскрипции (MYB, WRKY 40, bZip B-box и др.) и киназы (с повышенной экспрессией — leaf rust 10 disease-resistance locus receptor-like protein kinase и Receptor-like protein kinase, а также с повышенной экспрессией — cysteine-rich receptor-like protein kinase 10 isoform X1), что свидетельствует о важности АБК-зависимых путей передачи сигнала в сезонной регуляции, а также об общей базовой стратегии защиты от биотических и абиотических стрессовых факторов для всех исследуемых генотипов чая.

Общие пути и ДЭГи для генотипов с увеличенной пloidностью. Для генотипов № 582 и 619 в ответ на сезонные изменения отмечено насыщение путей передачи сигнала. Выявлены 68 общих ДЭГов с высокой степенью согласованности ($R^2_{582-619} = 0,97$ ($p\text{-value} < 10^{-5}$)) между генотипами. Среди них — повышенная регуляция аденилосукцинатсинтетазы и гермин-подобных белков, что указывает на повышенную метаболическую активность,

^{*} Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 22-16-00058).

© Р. М. Шхалахова, Л. С. Самарина, Л. С. Малюкова, 2025

связанную с синтезом нуклеотидов и реакцией на стресс соответственно. Также наблюдалось повышение регуляции многочисленных генов, кодирующих ферменты синтеза флавоноидов, что потенциально приводит к улучшению качества чая.

Генотип-специфичные ответы на сезонные изменения. У генотипа № 619 были представлены ДЭГи, значительно обогащенные в терминах InterPro: the leucine-rich repeat domain superfamily (IPR032675) и aroptotic protease-activating factors, helical domain (IPR042197). Эти гены в основном участвуют во врожденном иммунитете растений и устойчивости к болезням, что может указывать на повышенную устойчивость к болезням у тетраплоидного генотипа № 619. Меньшее количество ДЭГов у № 619 может указывать на стабильность метаболических процессов в изменяющихся условиях среды. Напротив, более сильное обогащение сигнальных путей у триплоида № 582 и сорта Колхида предполагает потенциально повышенную способность воспринимать и реагировать на сигналы окружающей среды, что может привести к более динамичной и адаптивной стратегии роста [3]. У триплоида № 582 наблюдалось в два раза больше генотип-специфичных ДЭГов по сравнению с тетраплоидом № 619. Среди них треть генов показали белок-белковые взаимодействия. Генная сеть включала гены вторичных метаболитов (KEGG map01110), метаболизма пуринов, системы изоферментов P450 (Reactome Pathways MAP-211897) и гены ядерного протеин-содержащего комплекса (Gene Ontology, GO:0140513), что указывает на сложный, многогранный ответ на сезонные изменения у триплоида. Таким образом, генотипы № 582 и 619 по сравнению с сортом Колхида могут обладать улучшенными регуляторными механизмами, которые позволяют тонко настраивать ответ на сезонные изменения, в конечном итоге влияя на их биохимические профили и, следовательно, на качество чая.

Литература

1. Thakur S., Kumar P., Gupta N. Exploring Regional Influences on Bioactive Components in Tea Leaves and Their Effect on Sensory Quality // J. Food Compos. Anal. 2025. Vol. 144. P. 107683.
2. Kuzmina D., Samarina L., Malyukova L. et al. In vitro VS in vivo transcriptional approach provides new insight on temporal cold response which works without root system in tea plant (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) // Plant Physiol. Biochem. 2025. Vol. 225. P. 109934.
3. Casal J. J., Fankhauser C., Coupland G. et al. Signalling for Developmental Plasticity // Trends Plant Sci. 2004. Vol. 9 (6). P. 309–314.