



DOI: 10.21178/2079–6080.2025.4.43
УДК 58.01/.07

Влияние дефицита влаги на изменение экспрессии генов у засухоустойчивого генотипа *Quercus robur* L.

© Т.С. Тихомирова^{1,2}, В.Г. Лебедев², Е.О. Видягина², А.А. Попова³, П.М. Евлаков³, Т.А. Гродецкая³, И.М. Нартова³, К.А. Шестибратов²

The effect of moisture deficiency on changes in gene expression in the drought-resistant genotype of *Quercus robur* L.

T.S. Tikhomirova, V.G. Lebedev, E.O. Vidyagina, A.A. Popova, P.M. Evlakov, T.A. Grodetzkaya, I.M. Nartova, K.A. Shestibratov (Institute for Biological Instrumentation of the Russian Academy of Sciences, Federal Research Center «Pushchino Scientific Center for Biological Research of the Russian Academy of Sciences»; Branch of Shemyakin-Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry, Russian Academy of Sciences; Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov)

Quercus robur L. is a dominant oak species in the temperate deciduous and mixed forests of Europe. Valued for its high-quality timber, it also plays a significant ecological role in forest biocenose structuring. However, as a mesophyte, *Q. robur* is highly susceptible to hydrothermal stress. With climate change driving increased frequency and intensity of droughts, widespread decline and mortality are observed in *Q. robur* stands. Therefore, identifying drought-resistant genotypes is a critical goal for modern forest breeding. In this study the transcriptome analysis of a drought-resistant *Q. robur* genotype under water-deficit conditions was performed to identify differentially expressed genes (DEGs). A total of 53 DEGs (28 upregulated and 25 downregulated) were identified. Functional annotation indicated their involvement in diverse biological processes, including cellular respiration, reactive oxygen species (ROS) scavenging, RNA splicing, growth and development, stomatal movement, phytohormone biosynthesis, and ribosome biogenesis. The observed drought tolerance in this genotype associated with modifications in abiotic stress response, photosynthesis, and oxidoreductase activity. Notably, among downregulated DEGs, 2-alkenal reductase (NADP(+)-dependent)-like, glutathione transferase GST 23-like, and cytochrome P450 CYP736A12-like are of particular interest. Given their roles in oxidative stress response, these genes represent promising molecular markers for drought tolerance. These

findings contribute to an understanding of the molecular mechanisms underlying abiotic stress adaptation in woody plants and provide a basis for utilizing molecular markers in breeding programs to develop drought-tolerant oak genotypes.

Keywords: *Quercus robur*, oak, drought, transcriptome, differentially expressed genes

Влияние дефицита влаги на изменение экспрессии генов у засухоустойчивого генотипа *Quercus robur* L.

Т.С. Тихомирова, В.Г. Лебедев, Е.О. Видягина, А.А. Попова, П.М. Евлаков, Т.А. Гродецкая, И.М. Нартова, К.А. Шестибратов

Дуб черешчатый *Quercus robur* L. является одним из наиболее распространенных видов дубов в смешанных лесах умеренной зоны Европы. Данный вид имеет важное лесохозяйственное значение благодаря высококачественной древесине и играет ключевую экологическую роль в формировании специфических условий в лесных биоценозах. Являясь мезофитом, *Q. robur* проявляет высокую чувствительность к гидротермическому стрессу. Поэтому в условиях наблюдающегося изменения климата, сопровождающегося увеличением частоты и интенсивности засух, отмечается повсеместное ослабление и гибель древостоев. В связи с этим актуальной задачей современной лесной селекции является идентификация и сохранение засухоустойчивых генотипов для обеспечения устойчивости лесных экосистем. В данной работе был проведен транскриптомный анализ образцов засухоустойчивого генотипа *Q. robur*. Выявлено 53 гена, экспрессия которых была изменена относительно контроля в условиях водного дефицита. Данные гены принимают участие в клеточном дыхании, утилизации активных форм кислорода, сплайсинге, росте и развитии, движении устьиц, биосинтезе фитогормонов и биогенезе рибосом. Засухоустойчивость рассматриваемого генотипа *Q. robur* обусловлена изменениями в механизмах ответа на абиотический стресс, фотосинтеза и оксидоредуктазной активности. Среди 25 генов с пониженным уровнем экспрессии особый интерес представляют НАДФ(+)–подобная 2-алкенаальредуктаза, GST 23-подобная глутатионтрансфераза и CYP736A12-подобный цитохром P450. Данные гены ассоциированы с реакцией на окислительный стресс и могут рассматриваться в качестве потенциальных маркеров. Полученные данные вносят вклад в понимание молекулярно-генетических основ адаптации древесных растений к абиотическим стрессам и открывают перспективы для применения молекулярных маркеров в селекционных программах по созданию генотипов дубов толерантных к засухе.

Ключевые слова: *Quercus robur* L., дуб, засуха, транскриптом, дифференциальный анализ экспрессии генов

Тихомирова Татьяна Сергеевна – научный сотрудник лаборатории биотехнологии ИБП РАН

E-mail: tts1210@yandex.ru

Лебедев Вадим Георгиевич – старший научный сотрудник, группа лесной биотехнологии, канд. биол. наук

E-mail: vglebedev@mail.ru

Видягина Елена Олеговна – научный сотрудник, группа лесной биотехнологии, канд. биол. наук

E-mail: vidjagina@mail.ru

Попова Анна Александровна – и.о. зав. кафедрой лесной генетики, биотехнологии и физиологии растений, д-р с.-х. наук

E-mail: logachevaaa@rambler.ru

Евлаков Петр Михайлович – заведующий лабораторией анализа ПЦР НИИ ИТЛК, канд. биол. наук

E-mail: peter.evlakov@yandex.ru

Гродецкая Татьяна Александровна – научный сотрудник лаборатории анализа ПЦР НИИ ИТЛК, канд. биол. наук

E-mail: tatyana.pokusina@yandex.ru

Нартова Ирина Михайловна – аспирант

Шестибратов Константин Александрович – старший научный сотрудник, группа лесной биотехнологии, канд. биол. наук

E-mail: schestibratov.k@yandex.ru

¹Федеральный исследовательский центр «Пушкинский научный центр биологических исследований Российской Академии наук» (ФИЦ ПНЦБИ РАН), Институт биологического приборостроения с опытным производством (ИБП РАН)

142290, г. Пушкино, Московская обл., ул. Институтская, д. 7

Телефон: +7(4967)33–05–22

²Филиал ГНЦ ФГБУН Института биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук (ФИБХ)

142290, г. Пушкино, Московская обл., Проспект Науки, д. 6

Телефон: +7(4967)33–09–66

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, д. 8

Телефон: +7(473)233–41–66