

## ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ РАСТЕНИЙ РОДА *LAVANDULA* (LAMIACEAE) К УСЛОВИЯМ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ *EX VITRO*

Цюпка Валентина Анатольевна, Жданова Ирина Васильевна

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН», Россия, Ялта  
[valentina.brailko@yandex.ru](mailto:valentina.brailko@yandex.ru)

Размножение сортового материала лаванды (*Lavandula angustifolia* Mill.) и лавандина (*L. × intermedia* Emeric. ex Loisel.) в культуре *in vitro* имеет ряд преимуществ по сравнению с семенным размножением или черенкованием: получение однородного, генетически-стабильного и оздоровленного посадочного материала. При этом эффективность данного процесса зависит также от последующей адаптации растений к их культивированию в условиях открытого грунта.

Исследования проведены на сельскохозяйственно-ценных высокопродуктивных сортах 'Прима' (лаванда), 'Рабат' и 'Темп' (лавандин) коллекции Никитского ботанического сада. Листья отбирали у растений *in vitro* перед переносом их в условия *in vivo*, а также у растений после 7 суточной адаптации в многоуровневой камере для роста растений Conviron (АВТ МЭДИКЕЛ, Канада). Культивирование растений *in vitro* проведено на питательной среде МС, дополненной 0,5 мг/л БАП или 0,5 мг/л кинетина и 0,025 мг/л НУК при температуре 22–25°C, 14–16-часовом фотопериоде, освещенности – 25,0–37,5 мМоль<sup>-2</sup> с<sup>-1</sup>. Для индукции ризогенеза (после 3 пассажа) использовали среду МС с различным содержанием ауксинов ИМК или НУК (0,5–1,0 мг/л).

Для анализа возможных молекулярных механизмов, лежащих в основе адаптационных процессов растений при переходе от роста в культуре *in vitro* к росту *in vivo*, из листьев были выделены образцы общей РНК по протоколу NucleoSpin RNA Plant (NucleoSpin, Germany). На основании ранее проведенного транскриптомного анализа были отобраны гены, дифференциально экспрессируемые при изменении условий культивирования *in vitro-ex vitro*. Относительный уровень экспрессии генов определяли методом qPCR, анализировали на фоне референсного гена актина (ACT2). В результате анализа определено, что наиболее высокоэкспрессируемыми генами растений в состоянии *in vitro* являются: At4g20820, LAC 14, PER73, HSC-2, CLH1, ANN5. В начальных этапах *in vivo* адаптации повышена относительная экспрессия генов PECS-2.1, HSC-2, LAC 14, ANN5 и PER73. Таким образом, показано, что в условиях *in vitro* в растениях лаванды и лавандина повышается экспрессия генов, ответственных за биосинтез клеточных стенок, рост, окислительный и температурный стресс. Регуляция процессов адаптации происходит за счет работы пероксидаз, оксидоредуктаз, белков теплового шока, уплотнения клеточных стенок, работы устьиц.

Работа выполнена в рамках Государственного задания FNNS-2022-0002 ФГБУН «НБС-ННЦ» на базе Уникальной научной установки «ФИТОБИОГЕН».

*Ключевые слова:* лаванда, лавандин, *in vitro*, адаптация, экспрессия генов.

---

## PLANTS GENETIC ADAPTATION MECHANISMS OF THE GENUS *LAVANDULA* (LAMIACEAE) TO *EX VITRO* CULTIVATION CONDITIONS

**Tsiupka Valentina Anatolyevna, Zhdanova Irina Vasilievna**

*Federal State Budgetary Institution of Science "Nikitsky Botanical Garden - National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", Russia, Yalta  
valentina.brailko@yandex.ru*

Propagation of varietal material of lavender (*Lavandula angustifolia* Mill.) and lavandin (*L. × intermedia* Emeric. ex Loisel.) in *in vitro* culture has a number of advantages compared to seed propagation or cuttings: obtaining a homogeneous, genetically stable and healthy planting material. At the same time, the efficiency of this process also depends on the subsequent adaptation of plants to their cultivation in open ground conditions.

The studies were carried out on agriculturally valuable highly productive varieties 'Prima' (lavender), 'Rabat' and 'Temp' (lavandin) from the collection of the Nikitsky Botanical Garden. Leaves were collected from plants *in vitro* before transferring them to *in vivo* conditions and from plants after 7 days of adaptation in a Conviron multilevel plant growth chamber (ABT MEDIKEL, Canada). Cultivation of plants *in vitro* was carried out on MS nutrient medium supplemented with 0.5 mg/l BAP or 0.5 mg/l kinetin and 0.025 mg/l NAA at a temperature of 22–25°C, 14–16-hour photoperiod, illumination – 25.0–37.5 mmol<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. To induce rhizogenesis (after the 3rd passage), MS medium was used with different contents of auxins IBA or NAA (0.5–1.0 mg/l).

To analyze the possible molecular mechanisms underlying the adaptive processes of plants during the transition from growth in culture *in vitro* to growth *in vivo*, total RNA samples were isolated from leaves according to the NucleoSpin RNA Plant protocol (NucleoSpin, Germany). Based on the previous transcriptomic analysis, genes were selected that were differentially expressed under changing *in vitro-ex vitro* culturing conditions. The relative level of gene expression was determined by qPCR and analyzed against the background of the reference actin gene (ACT2). As a result of the analysis, it was determined that the most highly expressed plant genes in the *in vitro* state are: At4g20820, LAC 14, PER73, HSC-2, CLH1, ANN5. In the initial stages of *in vivo* adaptation, the relative expression of the PECS-2.1, HSC-2, LAC 14, ANN5, and PER73 genes is increased. Thus, it was shown that under *in vitro* conditions in lavender and lavandin plants, the expression of genes responsible for the biosynthesis of cell walls, growth, oxidative and thermal stress increases. Regulation of adaptation processes occurs due to the work of peroxidases, oxidoreductases, heat shock proteins, compaction of cell walls, and stomata.

The work was carried out within the framework of the State Assignment FNNS-2022-0002 of the Federal State Budgetary Institution "NBS-NSC" on the basis of the Unique Scientific Facility "PHYTOBIOGEN".

*Keywords:* lavender, lavandin, *in vitro*, adaptation, gene expression.