

микрклонального размножения *Gentiana cruciata* L. – среда MS с добавлением 6-БАП (1 мг/л), кинетина (0,2 мг/л). Микрклональное размножение редких и исчезающих видов растений в культуре *in vitro* – это возможность их последующей реинтродукции в места естественного произрастания.

**Воздействие обеспеченности бором на утечку электролитов из клеток корня *Pisum sativum* L. при алюминиевом стрессе**

**Вайтулевич А.В., Гриусевич П.В., Русакович А.А., Соколик А.И., Демидчик В.В.\***

Белорусский государственный университет, кафедра клеточной биологии и биоинженерии растений, Минск, Беларусь

\*E-mail: dzemidchik@bsu.by

Алюминий подавляет рост и развитие корневой системы высших растений на кислых почвах (при pH<4,5). В основе токсического влияния алюминия на растительную клетку лежит его способность блокировать работу Ca<sup>2+</sup>-проницаемых ионных каналов плазматических мембран, а также «вытеснение» Ca<sup>2+</sup> из сайтов его связывания в клеточной стенке, белках и других биополимерах, что нарушает Ca<sup>2+</sup>-зависимые метаболические и сигнальные процессы растительной клетки. Известно, что нормальная обеспеченность микроэлементом бором (В) снижает токсические эффекты Al<sup>3+</sup> на клетки растений. В то же время, клеточные и молекулярные механизмы протекторного влияния В при Al<sup>3+</sup>-стрессе пока не ясны. В настоящей работе на примере растений гороха (*Pisum sativum* L.) проанализировано влияние В на стрессовую реакцию растений на избыток Al<sup>3+</sup> – отток электролитов из клеток корня. В условиях выращивания проростков гороха на среде без В Al<sup>3+</sup> индуцировал массивный выходящий поток электролитов из клеток корня. В то же время растения гороха, выращенные на бор-содержащей среде, демонстрировали значительное снижение выходящего потока K<sup>+</sup> при воздействии 0,2 и 0,6 мМ Al<sup>3+</sup> (pH 4,5) по сравнению с растениями, выращенными в условиях дефицита бора. Таким образом, выращивание растений в условиях нормальной обеспеченности бором повышало устойчивость к алюминиевому стрессу. Дополнительно было показано, что введение в среду блокаторов катионных каналов Gd<sup>3+</sup> и ТЭА<sup>+</sup> приводило к понижению наружу-направленного потока K<sup>+</sup> из клеток корня *Pisum sativum* L., что свидетельствует о вовлечении калиевых и неселективных катионных каналов в утечку электролитов при алюминиевом стрессе.

*Работа выполнена при поддержке БРФФИ (проект Б19КИТГ-006).*

**Реакция побегов карельской березы на действие ионов кадмия *in vitro***

**Ветчинникова Л.В.<sup>А\*</sup>, Титов А.Ф.<sup>Б</sup>**

<sup>А</sup>Институт леса – обособленное подразделение ФГБУН ФИЦ «Карельский научный центр РАН», Петрозаводск, Россия

<sup>Б</sup>Институт биологии – обособленное подразделение ФГБУН ФИЦ «Карельский научный центр РАН», Петрозаводск, Россия

\*E-mail: vetchin@krc.karelia.ru

Изучена реакция генетически однородного материала карельской березы, полученного из верхушечной меристемы вегетативных почек, на действие ионов кадмия (10<sup>-6</sup>–10<sup>-3</sup> М) в условиях *in vitro*, когда у побегов отсутствует корневая система, а единственным источником поступления металла служит питательная среда. Также как в случае с интактными растениями выявлено небольшое стимулирующее влияние металла на геммогенез в низких концентрациях (10<sup>-6</sup>–10<sup>-5</sup> М). Одновременно с этим показаны определенные нарушения в работе фотосинтетического аппарата, которые нашли отражение в снижении скорости ассимиляции CO<sub>2</sub> и уменьшении содержания фотосинтетических пигментов. В частности, при использовании концентрации кадмия

$10^{-6}$  М скорость ассимиляции  $\text{CO}_2$  снизилась почти на 20%, а при применении концентрации  $10^{-5}$  М – на 50%. Внесение кадмия в питательную среду в низких концентрациях не сказывалось на активности  $\omega_6$  (ODR) и  $\omega_3$  (LDR) ацил-липидных десатураз, которые обеспечивают обогащение липидов тилакоидной мембраны хлоропластов, представленных в основном ненасыщенными жирными кислотами. Однако в варианте с концентрацией кадмия  $10^{-4}$  М отмечены существенные изменения в гликолипидах, где значения индекса ODR снизились вдвое, а доля линоленовой кислоты уменьшилась в 8 раз. В целом принципиальное сходство в реакции на действие ионов кадмия интактных растений и культуры тканей и органов *in vitro* свидетельствует о возможности ее более широкого использования при решении ряда вопросов, касающихся металлоустойчивости древесных растений.

### **Изучение содержания никеля в трансгенных растениях *Nicotiana tabacum*, выращенных в условиях абиотического стресса**

**Гордейко В.В.<sup>Б</sup>, Варфоломеева Т.Е.<sup>Б</sup>, Русак Н.Ю.<sup>Б</sup>, Азарко И.И.<sup>А</sup>, Храмцова Е.А.<sup>Б\*</sup>**

<sup>А</sup>Белорусский государственный университет, НИЛ ФТП, Минск, Беларусь

<sup>Б</sup>Белорусский государственный университет, кафедра генетики, Минск, Беларусь

\*E-mail: khrantsova@bsu.by

Тяжелые металлы являются одним из сильнейших абиотических стрессовых факторов, приводящих к угнетению роста и развития растений. При абиотическом стрессе образуется избыточное количество этилена, что приводит к быстрому старению растений. Трансгенные растения, экспрессирующие бактериальную АЦК-дезаминазу, снижающую уровень этилена в растении, обладают повышенной устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам. Проростки трансгенных растений *N. tabacum* трех линий, несущие АЦК-дезаминазу, выращивали на среде Мурашиге-Скуга с добавлением хлорида никеля в концентрации  $10^{-3}$  М,  $5 \cdot 10^{-4}$  М и  $10^{-4}$  М. Изучение содержания никеля в проростках проводили методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). В спектрах ЭПР как контрольных образцов, так и опытных наблюдается сложная система сигналов, состоящая из широкой линии с величиной  $g = 2,019$ , со сверхтонкой структурой пять триплетов с  $g=1,987$ , а также синглетные линии с  $g = 2,145$  и  $g = 2,0027$ . Присутствие никеля в образцах, выращенных с различным содержанием никеля приводит к снижению интенсивности сверхширокого ЭПР сигнала и линейному уменьшению в полулогарифмическом масштабе соотношения величин интенсивностей сверх широкого сигнала к интенсивности сигналов с  $g_{\text{эф}} = 1,987$  и  $g = 2,145$ .

### **Осмометрическая квалиметрия клеточного материала**

**Градов О.В.\***

Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова РАН,

Отдел динамики химических и биологических процессов, Москва, Россия

\*E-mail: gradov@chph.ras.ru; gradov@center.chph.ras.ru; gradov.chph.ras@gmail.com

Предлагается новый подход к анализу качества клеточного биоматериала после биофизической обработки (протопласты), предназначенный для выбора наиболее оптимальных форм по нескольким физиологическим признакам, сводимым к различным проявлениям осмоса и проницаемости клеточных мембран, реактивно изменяющихся под действием различных физических и химических воздействий. Новый подход базируется на следующих известных фактах: 1. Осмотическая резистентность определяет устойчивость формы клетки, что позволяет прогнозировать морфогенетическую стабильность таких клеток и соответствующих растений, а также биомеханику. 2. Осмохимия, по определению, лежит в основе хемиосмотической теории Митчелла и мембранной биоэнергетики. 3. Апоптоз и автолиз клеток