

накопления выявились наибольшими у циннии (2400 мкг/г сухого вещества), в то время как у растений календулы содержание токсиканта в корнях было существенно меньшим, чем у остальных видов. При рассмотрении уровня содержания Си в тканях корневой системы экспериментальных растений нами показаны две группы видов, значительно отличающихся по концентрации металла. Так, к группе растений "аккумуляторов" относятся календула и титония, у которых концентрация Си превышала 300 мкг/г сухого вещества, к видам с более низким уровнем аккумуляции (не превышающей 200 мкг/г сухого вещества) относятся бальзамин, цинния и бархатцы. Анализ накопления Zn в корнях растений позволил установить тенденцию его распределения между видами травянистых растений аналогичную вышеописанной для других тяжелых металлов. Нами установлено, что в корневой системе календулы содержание Zn в 1,5-2 раза больше чем у других видов растений.

Таким образом, в результате проведенных исследований показаны видовые особенности транслокации тяжелых металлов в системе "почва-растение" и предложено использовать в фитоэкстракционных технологиях календулу, обладающую наибольшим биологическим коэффициентом накопления большинства тяжелых металлов.

### **ВЛИЯНИЕ ОХЛАЖДЕНИЯ КОРНЕЙ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ НА УСТОЙЧИВОСТЬ КЛЕТОК ЛИСТЬЕВ И ЭКСПРЕССИЮ РЕГУЛИРУЕМЫХ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ ГЕНОВ**

#### **Influence of wheat seedling roots cooling on leaves cells resistance and expression of cold regulated genes**

**Таланова В.В., Титов А.Ф., Толчиева Л.В., Венжик Ю.В., Назаркина Е.А.**

Учреждение Российской академии наук Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск

Тел: (8142)76-27-12, Факс: (8142)76-98-10; E-mail: talanova@krc.karelia.ru

На протяжении жизненного цикла растения многократно подвергаются как общему, так и локальному воздействию неблагоприятных температур, в частности, охлаждению корней, что приводит к структурно-функциональным изменениям не только в самих корнях, но и в надземных органах, не испытывавших влияния холода. Однако сведения о происходящих при этом изменениях в экспрессии генов в листьях отсутствуют.

Опыты проводили с проростками озимой пшеницы сорта Московская 39. Их корни подвергали действию низкой закалывающей температуры 2°C, а надземная часть оставалась при 22°C. О холодоустойчивости клеток листьев судили по температуре, вызывающей гибель 50% клеток после 5-мин тестирующего промораживания. Уровень экспрессии генов оценивали методом ПЦР в режиме реального времени.

Охлаждение корней вызывало через 5 ч от его начала повышение устойчивости клеток листьев проростков, на 3-и сут она достигала максимума и в дальнейшем не изменялась. Уже в начальный период (первые 15–60 мин) действия холода на корни

в клетках листьев происходило усиление экспрессии гена транскрипционного фактора WRKY, затем она постепенно снижалась и на 6–7-е сут возвращалась к уровню контроля (22°C). Под влиянием охлаждения корней в листьях также отмечены значительные изменения в экспрессии Cor-генов Wcor15 и Wcs120 – уже через 15 мин происходило резкое возрастание уровня транскриптов этих генов, который сохранялся повышенным в течение 1 ч, а затем постепенно снижался до исходных значений. Необходимо отметить, что уровень экспрессии АБК-зависимого гена Wrab19 также увеличивался через 15 мин от начала воздействия холода, однако в дальнейшем в течение всего опыта он сохранялся на уровне контроля. В отличие от этого, каких-либо изменений в экспрессии другого АБК-зависимого гена – Wrab17 – в течение всего периода охлаждения не обнаружено.

Очевидно, что наблюдаемые изменения в экспрессии генов в клетках листьев проростков пшеницы возникают в ответ на поступивший из корня дистанционный сигнал о воздействии холода. Причем наибольшие изменения в экспрессии генов отмечены в начальный период действия холода, предшествуя и/или сопровождая процесс повышения устойчивости листьев. Таким образом, рост устойчивости клеток листа при локальном охлаждении корней пшеницы связан с усилением экспрессии гена транскрипционного фактора WRKY, а также Cor-генов Wcor15, Wcs120, Wrab19, что позволяет предположить их непосредственное участие в механизмах повышения холодоустойчивости.

Работа поддержана РФФИ (грант №10-04-0065).