

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).

ВЛИЯНИЕ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И КАДМИЯ НА ЭКСПРЕССИЮ ГЕНОВ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ И ИХ ИНГИБИТОРОВ У РАСТЕНИЙ ПШЕНИЦЫ

Effect of low temperature and cadmium on gene expression of proteolytic enzymes and their inhibitors

**Таланова В.В., Титов А.Ф., Фролова С.А., Топчиева Л.В., Репкина Н.С.,
Малышева И.Е.**

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

Тел: (8142)76-27-12, Факс: (8142)76-98-10; E-mail: nrt9@yandex.ru

Протеолитические ферменты, участвуя в деградации белковых молекул и в регуляции многих внутриклеточных процессов, играют важную роль в реакциях растений на действие неблагоприятных факторов среды. Нами изучена динамика экспрессии генов АТФ-зависимых сериновых протеиназ (clpP, Lon1), цистеиновой протеиназы (cys) и ингибитора цистеиновой протеиназы (incys) в листьях проростков пшеницы при действии низкой температуры и кадмия. Уровень экспрессии генов анализировали методом ПЦР в режиме реального времени.

Установлено, что уровень экспрессии гена цистеиновой протеиназы в листьях проростков пшеницы повышался в начальный период действия (через

30 мин) низкой закаливающей температуры (5°C), достигал максимального значения через 5 ч, через 1–3 сут содержание мРНК гена постепенно снижалось и на 4-е сут возвращалось к исходным значениям. Предобработка проростков экзогенной АБК (0.1 мМ) приводила не только к дополнительному увеличению их холодоустойчивости, но и к значительному повышению уровня транскриптов этого гена. Сходные изменения происходили и в экспрессии генов *Lon1* и *ClpP*. Отметим, что возрастание содержания транскриптов генов протеиназ предшествовало по времени повышению холодоустойчивости проростков. Содержание транскриптов гена *Incys* увеличивалось через 30 мин закаливания, достигало максимума через 5 ч от его начала, а через 1 сут снижалось и в дальнейшем практически не менялось. По-видимому, обнаруженное нами быстрое увеличение уровня экспрессии генов протеиназ и их ингибиторов имеет определенное значение для формирования повышенной холодоустойчивости.

Сходные изменения в экспрессии генов протеиназ и их ингибиторов происходили и под влиянием ионов кадмия. В начальный период (через 5 ч) действия кадмия (100 мкМ) в листьях проростков происходило значительное увеличение экспрессии генов протеиназ *Lon1* и *Clp*, а также гена ингибитора цистеиновой протеиназы. В последующие 4 сут, когда содержание кадмия в листьях возрастало, уровень транскриптов генов *Lon1*, *Clp* и *Incys* снижался до исходного уровня. Напротив, экспрессия гена *cus* в сравнении с исходным уровнем резко падала.

В целом, обнаруженное быстрое повышение уровня экспрессии генов протеиназ и их ингибиторов под влиянием неблагоприятных факторов разной природы (низкой температуры и кадмия) позволяет предполагать их возможное участие в защитно-приспособительных реакциях, наблюдаемых на ранних этапах адаптации растений пшеницы и носящих неспецифический характер.

Работа поддержана РФФИ (грант № 10-04-00650).