

изменить кинетику их роста и до 3 мес увеличить продолжительность беспересадочного культивирования.

Литература

1. Endress, R. Plant cell biotechnology / R. Endress. – Berlin, Heidelberg; Springer–Verlag, 1994. – 353 p.
2. Еникеев, А. Г. Об использовании 2,3,5-трифенилтетразолий хлорида для оценки жизнеспособности культур растительных клеток / А. Г. Еникеев, Е. Ф. Высоцкая, Л. А. Леонова // Физиология растений. – 1995. – Т. 42, № 3. – С. 423–426.

РОЛЬ ГЛЮКОЗО-6-ФОСФАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ В ПОДДЕРЖАНИИ ПУЛА ВОССТАНОВЛЕННОГО ГЛУТАТИОНА В ЛИСТЬЯХ ЯЧМЕНЯ (*HORDEUM VULGARE*) ПРИ СОВМЕСТНОМ ДЕЙСТВИИ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И ИЗБЫТОЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ

Дремук И.А., Шалыго Н.В.

ГНУ «Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси»,
Минск, Беларусь

Защита растений от окислительного повреждения, индуцированного низкой температурой (НТ) и избыточным увлажнением почвы (ИУ), происходит с участием антиоксидантной системы. Одним из важнейших антиоксидантов является восстановленный глутатион (GSH), выполняющий в клетке ряд функций: поддержание пула восстановленного аскорбата, защита тиольных групп белков, разрушение свободных радикалов и перекисных соединений [1]. Восполнение пула GSH в клетке осуществляется не только за счет синтеза *de novo*, но и за счет активности глутатионредуктазы (ГР), которая восстанавливает окисленный глутатион (GSSG) до GSH в присутствии НАДФН [2]. Основным источником НАДФН в растительной клетке (особенно в ночное время) является пентозофосфатный цикл, ключевым ферментом которого является глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа (Г6ФДГ) [3]. Целью данной работы явилось определение роли Г6ФДГ в поддержании пула GSH в листьях ячменя при совместном действии НТ и ИУ.

В качестве объекта исследования использовали листья растений ячменя (*Hordeum vulgare* L.) сорта Гонар, выращенных при температуре

+23±2°C в режиме 14 ч света интенсивностью 150 мкмоль квантов/(м²·с) и 10 ч темноты. Для моделирования совместного действия НТ и ИУ 5-дневные растения ячменя на 3-е сут помещали в холодильную камеру с температурой +4°C (стрессовый период) и указанным выше фотопериодом и заливали водой до середины coleoptilya, после чего растения возвращали на 3-е сут в нормальные условия выращивания (постстрессовый период). Пробы для исследования брали через 1 и 3 сут после начала действия стрессовых факторов, а также через 3 сут после переноса растений в нормальные условия выращивания. Контролем служили растения ячменя, выращенные в нормальных условиях. В качестве дополнительных контролей использовали растения, находившиеся в условиях НТ (+4°C) с нормальным водоснабжением, а также растения, выращенные в условиях ИУ при температуре +23°C.

Определение GSSG и GSH проводили с помощью спектрофлуориметрического метода [4]. Активность ГР определяли по уменьшению оптической плотности вследствие потребления НАДФН при 340 нм в течение 5 мин ($\epsilon = 6,2 \text{ mM}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$) [5]. Изучение активности Г6ФДГ проводили спектрофотометрически по скорости окисления глюкозо-6-фосфата и образования НАДФН [6]. Корреляционный анализ проводили с помощью коэффициента Пирсона.

В ходе исследования установлено, что через 1 сут действия НТ, ИУ, а также при совместном действии этих стрессовых факторов количество GSH и активность ГР увеличивались относительно контрольных значений (рис.1 А, Б).

Через 3 сут наблюдалось постепенное снижение содержания GSH и активности ГР во всех опытных вариантах, однако даже к концу постстрессового периода уровень этих показателей в растениях, выращенных при НТ и совместном действии НТ и ИУ, оставался выше контроля, что указывает на важную роль GSH и ГР в период восстановления растений после стрессового воздействия. Количество GSSG в стрессовый и постстрессовый периоды во всех опытных вариантах практически не менялось по отношению к контролю.

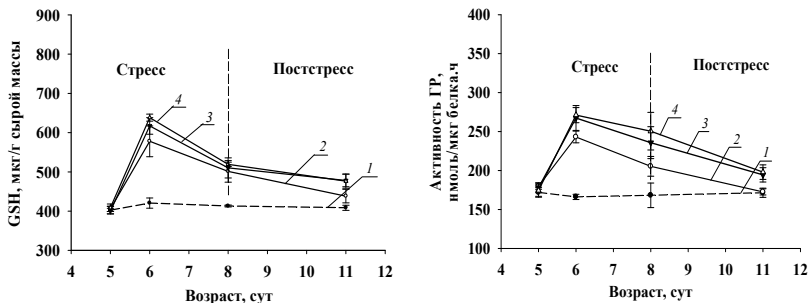


Рис. 1. Изменение содержания GSH (А) и активности ГР (Б) в листьях ячменя при действии ИУ (2), НТ (3), совместного действия НТ и ИУ (4), а также в контрольных растениях (1)

Установлено, что в листьях ячменя при действии ИУ и НТ+ИУ наблюдается увеличение активности Г6ФДГ. Так, через 3 сут совместного действия НТ и ИУ активность Г6ФДГ превышала контроль на 32 %, а при действии только ИУ – на 76 %, что обусловлено гипоксией, развивающейся в растениях при действии ИУ (рис.2). В постстрессовый период активность фермента в листьях опытных растений, постепенно снижалась до контрольного значения.

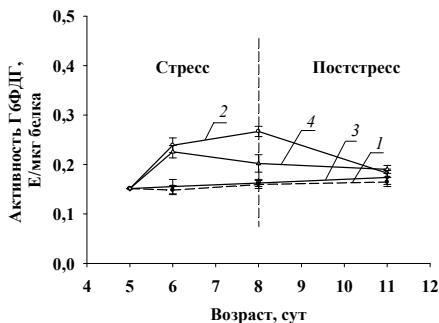


Рис. 2. Изменение активности Г6ФДГ в листьях ячменя при действии ИУ (2), НТ (3), совместного действия НТ и ИУ (4), а также в контрольных растениях (1)

Проведенный нами корреляционный анализ показал, что существует тесная положительная связь между активностями Г6ФДГ и ГР ($r=0,69$, $p<0,05$), а также между содержанием GSH и активностью Г6ФДГ ($r=0,73$, $p<0,05$). Таким образом, при совместном действии НТ и ИУ пул GSH в листьях ячменя пополняется за счет восстановления его окисленной формы с помощью ГР, и в данном процессе важная роль принадлежит ферменту Г6ФДГ.

Литература

1. Alscher R.G. // *Physiol Plantarum*. – 1989. – Vol. 77, N 3. P. 457 – 464.
2. Smith I.K., Vierheller T.L., Thorne C.A. // *Physiol. Plantarum*. – 1989. – Vol.77, № 3. – P. 449–456.
3. Singh S., Anand A., Srivastava P.K. // *International Journal of Plant Physiology and Biochem.* – 2012. – Vol. 4(1). – P.1–19.
4. Gechev T., Gadjev I, Van Breusegem F. et al. // *Cell. Mol. Life Sci.* 2002. Vol. 59, № 4. P. 708–714.
5. Шалыго Н.В., Щербачев Р.А., Доманская И.Н. и др. // *Физиол. и биохим. культ. раст.* – 2007. – Т. 39, № 3. – С. 264–270.
6. Войцековская С.А. // *Вестн. ТГПУ*. – 2006. – Вып.6, №57. – С. 52–54.

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕТОКСИКАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД ГОРОДСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Игнатенко А.В.

*Белорусский государственный технологический университет, Минск,
Беларусь*

Загрязнение сточных вод промышленных предприятий токсичными веществами, главным образом тяжелыми металлами (ТМ), нарушает работу городских очистных сооружений, приводит к гибели микроорганизмов активного ила и ухудшает качество очистки сточных вод (СВ). Контроль эффективности очистки СВ являются актуальной задачей водоочистки и повышения экологической безопасности окружающей среды [1, 2].

Типовая схема городских очистных сооружений, включающая механическую очистку СВ от мусора, песка на решетках, песколовках, седиментационную очистку в первичных отстойниках, биохимическую очистку СВ активным илом в аэротенках, седиментационную очистку от активного ила