

ВЛИЯНИЕ 5-АМИНОЛЕВУЛИНОВОЙ КИСЛОТЫ КАК ИНДУКТОРА НАКОПЛЕНИЯ АНТОЦИАНОВ НА ЗАЩИТНУЮ СИСТЕМУ РАСТЕНИЙ ОЗИМОГО РАПСА

Емельянова А.В., Щербаков Р.А., Доманская И.Н.,
Аверина Н.Г.

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

Все растения обладают той или иной степенью устойчивости к окислительным стрессам, что обусловлено существованием в растительной клетке защитных систем, важнейшими компонентами которых являются низкомолекулярные антиоксиданты – каротиноиды, токоферолы, восстановленные аскорбат и глутатион, антоцианы и другие соединения, а также высокомолекулярные ферменты, такие как супероксиддисмутаза, каталаза, аскорбатпероксидаза (АПР), глутатионредуктаза (ГР) и др.

Антоцианы – пигменты из группы водорастворимых флавоноидов, играют чрезвычайно важную роль в растениях. Они защищают хлоропласты от вредного действия избытка солнечной радиации, в значительной степени смягчают действие ультрафиолета, обладают антиоксидантной активностью в условиях различных стрессовых воздействий, а также непосредственно участвуют в детоксикации свободных радикалов, таких, например, как супероксид анион-радикал [1]. Они широко используются в фармацевтической промышленности поскольку обладают антиоксидантными, противовоспалительными, антиконвульсивными и хемопротекторными свойствами, а также снижают риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний и некоторых видов злокачественных образований [2]. Антоцианы также используются в пищевой промышленности в качестве натуральных красителей, в том числе в виде пищевых добавок.

Активно ведется поиск новых, недорогих источников антоцианов, а также стимуляторов синтеза этих соединений. Отмечена стимуляция накопления антоцианов под действием нового экологически чистого регулятора роста растений – 5-аминолевулиновой кислоты (АЛК) в кожуре яблок [3]. Известно, что АЛК с одной стороны обладает свойствами регулятора роста растений, с другой – фотодинамического гербицида, запускающего серию фотодинамических, окислительных реакций в растении [4]. Целью данной работы явилось использование АЛК для усиления накопления антоцианов в растениях озимого рапса (*Brassica napus*), а также анализ состояния защитной системы растений, обогащенных антоцианами.

Объект и методы исследования. В качестве объекта исследования использовали 6-7-дневные проростки озимого рапса (*Brassica napus*), выращенные в лабораторных условиях либо на воде, либо на растворе АЛК (200 мг/л). Для анализа использовали семядольные листья проростков, в которых оценивали ряд биохимических показателей, таких как содержание антоцианов, общее количество активных форм кислорода (АФК), пероксида водорода (H_2O_2), а также активность защитных ферментов – ГР и АПР.

Результаты и их обсуждение. Анализ содержания антоцианов в 7-дневных проростках озимого рапса показал, что их количество в семядольных листьях растений, выращенных на воде, не изменялось в течение 7 дней и в среднем составляло 94 ± 4 мкмоль/г сырой массы. При выращивании растений на растворе экзогенной АЛК в концентрации 200 мг/л наблюдали положительную динамику роста антоциановых пигментов по сравнению с контролем. Содержание антоцианов в 7-дневных растениях, обработанных АЛК, возрастало примерно в 3,5 раза по сравнению с контрольными образцами, выращенными на воде.

Анализ общего содержания АФК в 6-7-дневных проростках озимого рапса, выращенных на растворе АЛК, показал их возрастание на 23% по сравнению с контрольными растениями (рис. 1, а).

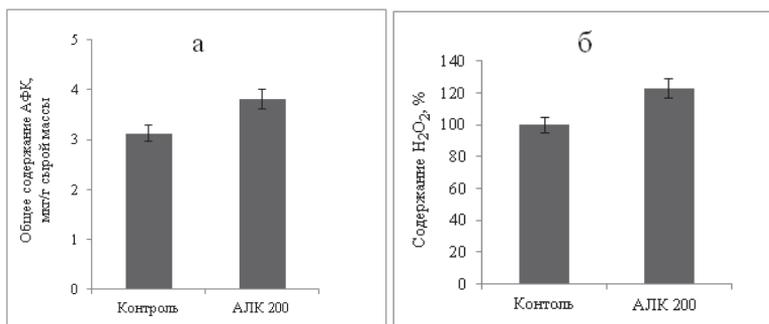


Рис. 1. Общее содержание АФК (а) и H_2O_2 (б) в растениях озимого рапса, выращенных на поверхности воды или на растворе АЛК 200 мг/л

Оценка содержания H_2O_2 в ткани листа *in vivo*, а также в экстрактах листьев *in vitro* (рис. 1, б) показала как большее окрашивание ткани растений варианта «АЛК», так и большее содержание пероксида в экстрактах

семядолей, которое составило 130 ± 5 % от контроля. Активность ГР в листьях растений, выращенных на растворе АЛК, не изменилась по отношению к контролю (рис. 2, а), в то время как активность АПР возросла на 16 % (рис. 2, б).

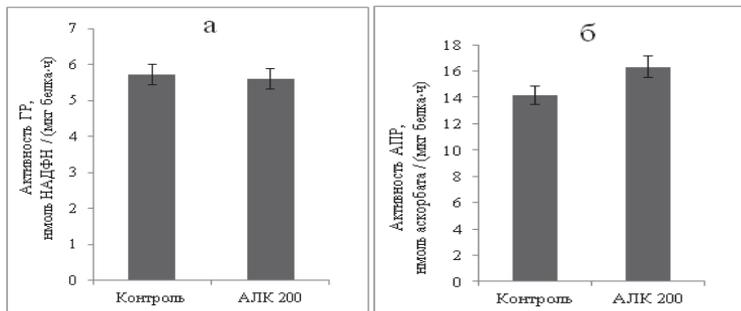


Рис. 2. Активность ГР (а) и АПР (б) в растениях озимого рапса, выращенных на поверхности воды или на растворе АЛК 200 мг/л

Таким образом, комплекс защитных механизмов, запускаемых в растениях озимого рапса, выращиваемых на растворе экзогенной АЛК 200 мг/л, включает индукцию накопления антиоксидантов антоцианов, а также повышение активности АПР, что в целом приводит к незначительному превышению над контролем содержания АФК, в том числе H_2O_2 .

Литература

1. Smillie, R.M. Photoabatement by anthocyanin shields photosynthetic systems from light stress / R.M. Smillie, S.E. Hetherington // *Photosynthetica*. – 1999. – Vol. 36. – P. 451–463.
2. Gould, K. Anthocyanins. Biosynthesis, Functions and Application / K. Gould, K. Davies – New York: Springer, 2009. – P. 336.
3. Xie, L. 5-Aminolevulinic acid promotes anthocyanin accumulation in Fuji apples / L. Xie [et al.] // *Plant Growth Regulation*. – Vol. 69. – P. 295–303.
4. Аверина, Н.Г. Биосинтез тетрапирролов в растениях / Н.Г. Аверина, Е.Б. Яронская – Мн.: Беларуская навука, 2012. – 414 с.