

## **Влияние 5-аминолевулиновой кислоты на накопление вторичных метаболитов в озимом рапсе (*brassica napus*)**

*А.В. Ящук, V курс*

*Научный руководитель – Ж.Э. Мазец, канд. биол. наук, доц.*

Уникальной особенностью высших растений является их способность накапливать огромное количество разнообразных сравнительно низкомолекулярных соединений, обладающих, как правило, биологической активностью. Данные соединения носят название вторичных метаболитов, так как их присутствие в растительной клетке не обязательно. Именно растения являются незаменимым источником получения очень многих практически важных групп вторичных метаболитов. К таким группам относятся фенолы, изопреноиды (терпеноиды) и алкалоиды. Между тем возможности получения так называемых «метаболитов интереса» в достаточном количестве зачастую ограничены.

На протяжении многих лет исследователи активно ведут поиск новых недорогих и доступных способов, а также источников получения некоторых соединений вторичного метаболизма растений, таких, как эфирные масла, алкалоиды, стероиды, терпеноиды, а также антоцианы. Антоцианы – это растительные пигменты, которые могут присутствовать у растений в генеративных и вегетативных органах, а также в плодах и семенах. Они имеют огромное значение для растений, так как защищают хлоропласты от вредного действия избытка радиации, действуя как селективный экран, уменьшающий долю поглощенного сине-зеленого света [1, с. 451–463.], в значительной степени смягчают действие ультрафиолета, обладают антиоксидантной активностью в условиях различных стрессовых воздействий, таких, как экстремальные температуры, засуха, озон, дефицит азота и фосфора и др. [2, с. 970–1055]. Антоцианы важны и для человека, поскольку они снижают риск сердечно-сосудистых заболеваний и возникновение некоторых видов злокачественных образований [3, с. 107–168]. Также в них нуждается и пищевая индустрия (антоцианы разрешены в качестве пищевых добавок – E163), так как в последние годы в пищевых продуктах стали активно использоваться искусственные красители, некоторые из которых представляют угрозу для человека.

Последние 30 лет ученые сосредоточили усилия на возможности извлечения антоцианов в биотехнологическом цикле из культуры клеток. Однако использование данного метода для их получения также весьма проблематично.

Несмотря на большой интерес к этой области исследований, коммерческие продукты до сих пор не разработаны. Одной из проблем является агрегация клеток в культуре, что значительно снижает выход антоцианов и делает их производство в этих биосистемах экономически не выгодным. Делаются попытки использовать для получения антоцианов микроорганизмы (например, *E. coli*), однако выход конечного продукта зачастую оказывается также крайне низким [4, с. 5610–5613].

В литературе имеются сообщения о стимуляции синтеза антоцианов в растительной ткани под действием ряда фитогормонов, таких, как цитокинины, гиббереллины, абсцизовая кислота [5, с. 270]. Также в последние годы появилось несколько публикаций о стимуляции накопления антоцианов под действием 5-аминолевулиновой кислоты (АЛК) в кожуре яблок [6, с. 295–303]. АЛК представляет собой естественный метаболит, концентрация которого в растениях *in vivo* поддерживается на низком уровне [7, с. 413].

Целью нашей работы было изучить влияние действия 5-аминолевулиновой кислоты как индуктора накопления вторичных метаболитов в семядольных листьях озимого рапса.

Растения озимого рапса выращивали в лабораторных условиях до 7-дневного возраста либо на поверхности воды (контроль), либо на растворах АЛК (50–200 мг/л). При исследовании уровня антоцианов в контрольных образцах установлено, что их содержание составило 100–150 мкмоль/г, а при обработке растений АЛК концентрацией 50–200 мг/л отмечалась положительная динамика роста уровня антоцианов. Максимум накопления антоцианов отмечался при использовании АЛК в концентрации 200 мг/л и составлял 300–500 мкмоль/г. В исследованиях, проведенных по оценке содержания фенольных соединений в растениях озимого рапса, было замечено увеличение уровня фенольных соединений при концентрации АЛК 150–200 мг/л. Содержание фенолов в контрольных образцах составляло 2300–3500 мкг/г, а при концентрации АЛК в 150–200 мг/л уровень фенолов повышался приблизительно в 1,5 раза и составлял 4100–5001 мкг/л. Концентрация АЛК 150–200 мг/л тормозила накопление основных фотосинтетических пигментов относительно контроля. Однако было замечено увеличение содержания хлорофилла *b* по сравнению с уровнем остальных фотосинтетических пигментов в отдельных образцах.

Таким образом, экзогенная 5-аминолевулиновая кислота является индуктором накопления таких вторичных метаболитов растений, как антоцианы и фенольные соединения. Однако высокие концентрации АЛК снижают уровень основных фотосинтетических пигментов.

### **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. McClure, J. W. *Physiology and functions of flavonoids* / J.W. McClure -Chapman and Hall, London, 1975. – pp. 970–1055.
3. Deroles, S. C. *Antocyanins. Biosynthesis, Functions and Application* / S. C. Deroles, 2009. – P. 107–168.
4. Yan, Y. *Biosynthesis of natural flavanones in Saccharomyces cerevisiae* / Y. Yan, A. Kohli, M. A. Koffas // *Appl. Environ. Microbiol.* – 2005. – Vol. 71(9). – P. 5610–5613.
5. Бутенко, Р.Г. *Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений* / Р.Г. Бутенко. – М.: Наука, 1964. – 270 с.
6. Xie, L. *5-Aminolevulinic acid promotes anthocyanin accumulation in Fuji apples* / L. Xie, Z. H. Wang, X. H. Cheng, J. J. Gao // *Plant Growth Regulation*. – Vol. 69. – P. 295–303.
7. Аверина, Н.Г. *Биосинтез тетрапирролов в растениях* / Н.Г. Аверина, Е.Б. Яронская. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 413 с.