

тигал 39% и 41%, для I и II кластеров соответственно. По данным проведенного анализа различий между образцами Rot и Khal не обнаружено. Селекционный образец Gg оказался наиболее дивергентным, поскольку характеризовался наличием наибольшего числа уникальных SSR-локусов и при кластеризации выделился отдельной ветвью, что позволяет рекомендовать его использование в селекции для поддержания высокого генетического разнообразия.

В результате выполненного микросателлитного анализа для экспериментальных образцов данной коллекции капусты белокочанной установлены специфичные наборы SSR-локусов, которые могут служить не только основой формул паспортизации, но также позволяют контролировать наследование генетического материала на каждом этапе селекции.

Таким образом, микросателлитный анализ позволил дифференцировать образцы капусты белокочанной по уровню генетических различий, обеспечив альтернативную оценку генетического разнообразия наряду с традиционными селекционными подходами.

1. Артемьева А. М., Соловьева А. Е., Чесноков Ю. В. Генетическое разнообразие русских сортов белокочанной капусты // С.-х. биол. 2006. № 5. С. 53-61.
2. Liu L., Liu G., Gong Y. Evaluation of genetic purity of F1 hybrid seeds in cabbage with RAPD, ISSR, SRAP, and SSR markers // HortScience. 2007. Vol. 42. P. 724-727.
3. Louarn S., Torp A. M., Holme I. B., Andersen S. B., Jensen B. D. Database derived microsatellite markers (SSRs) for cultivar differentiation in Brassica oleracea L. // Genet. Resour. Crop Evol. 2007. Vol. 54. P. 1717-1725.
4. Saxena Bh., Kaur R., Bhardwaj S. V. Assessment of genetic diversity in cabbage cultivars using RAPD and SSR markers // J. Crop Sci. Biotech. 2011. Vol. 14. P. 191-196.
5. Tonguc M., Griffiths Ph. D. Genetic relationships of Brassica vegetables determined using database derived simple sequence repeats // Euphytica. 2004. Vol. 137. P. 193-201.

#### **ОРГАН- И ВОЗРАСТ- СПЕЦИФИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ТРИПТАМИНА В *CATHARANTHUS ROSEUS (L.) G. DON***

Ромашко С. Н., Жуковская Е. В.

Белорусский государственный университет, Минск  
svetlan\_rom@mail.ru

*Catharanthus roseus* является вечнозеленым многолетним полукустарником или травянистым прямостоячим растением, принадлежащим к семейству *Aporocynaceae*. В данном растении содержатся такие фармакологически ценные вещества, как терпеновые индольные алкалоиды

(ТИА), танины, сапонины, стероиды, фенолы, гликозиды, пектины, пигменты и др. [4]. Наибольшую фармакологическую ценность представляют собой ТИА. Важно отметить, что их состав и количественное содержание в катарантусе розовом значительно варьирует в зависимости от сорта и условий произрастания. Примечательно также и то, что содержание алкалоидов существенно отличается в различных органах растения [1].

Биосинтетическим предшественником терпеновых индольных алкалоидов является протоалкалоид – триптамин. Накопление конечных продуктов биосинтетического пути ТИА в катарантусе розовом изучено довольно полно, однако, содержание L-триптамина в различных органах, тканях, а также различных разновидностях дикого типа катарантуса розового практически не исследовано. L-триптамин образуется в реакции превращения триптофана под каталитическим контролем фермента L-триптофан-декарбоксилазы (ТДК). Полагается, что данный фермент играет ключевую регуляторную роль в биосинтезе ТИА. ТДК функционирует на границе между вторичным и первичным метаболизмом. Поэтому триптамин играет важнейшую роль не только в биосинтезе таких вторичных метаболитов, как терпеновые индольные алкалоиды и простые алкалоиды –  $\beta$ -карболины, но также участвует и в биосинтезе эндогенного фитогормона – индолилуксусной кислоты и синтезе моноамина – серотонина (5-гидрокситриптамина) [5]. Серотонин, являясь гормоном шишковидной железы у млекопитающих, в растительных организмах как биогенный амин участвует в различных физиологических процессах, таких как цветение, морфогенез и адаптация к изменяющимся условиям окружающей среды [3].

Поскольку в литературе отсутствуют данные, касающиеся изучения накопления триптамина в листьях и стеблях различного возраста, а также в корнях и цветах *C. roseus*, целью нашей работы было проведение исследований, направленных на установление содержания данного метаболита в указанных органах. Кроме того, нами была проведена сравнительная оценка содержания протоалкалоида в разновидностях «*roseus*» и «*alba*» дикого типа *C. roseus*.

Культивирование растений *C. roseus* проводили при 25 °С, интенсивности освещении – 150 мкмоль·м<sup>-2</sup>·с<sup>-1</sup> и фотопериоде – 16/8 часов свет/темнота. Определение содержания триптамина проводили по методу Сангван с соавт. [2]. Ткань гомогенизировали в среде, содержащей 100 мМ натрий фосфатный буфер (рН 7,5), 2 мМ этилендиаминтетрауксусную кислоту (ЭДТА), 4 мМ  $\beta$ -меркаптоэтанол и 5 % (масса/объем) поливинилпирролидон. 100 мкл грубого экстракта добавляли в среду, содержащую 100 мМ натрий фосфатный буфер (рН 8,5) и 2 мМ ЭДТА

объемом 1 мл, затем добавляли 2 мл 4 М NaOH и экстрагировали этилацетатом. Все манипуляции проводили при 4 °С. Триптамин детектировали с помощью спектрофлуориметра Varian Cary Eclipse при длине волны возбуждения  $\lambda = 280$  нм и эмиссии 340 нм. Содержание триптамина определяли по соответствующей калибровочной кривой.

В результате проведенных исследований было выявлено, что накопление триптамина в катарантусе розовом варьировало в зависимости от органа в пределах 2,7-0,08 мкмоль триптамина / г сырой ткани. Максимальное содержание протоалкалоида было установлено в корнях обоих исследуемых разновидностей дикого типа *C. roseus*. Общее накопление триптамина в корнях в разновидности «*roseus*» достигало 2,7 мкмоль триптамина / г сырой ткани, а в разновидности «*alba*» – 2,0 мкмоль триптамина / г сырой ткани. Причем, содержание данного метаболита в главном и боковых корнях исследуемых разновидностей дикого типа *C. roseus* существенно различалось. Так, в разновидности «*roseus*» содержание триптамина в главном корне составляло 3,9 мкмоль триптамина / г сырой ткани, а в разновидности «*alba*» – 3,0 мкмоль триптамина / г сырой ткани. Тогда как в боковых корнях обоих разновидностей накопление протоалкалоида было меньше на 63-62% и составляло в разновидности «*roseus*» – 1,5 мкмоль триптамина / г сырой ткани, а в разновидности «*alba*» – 1,1 мкмоль триптамина / г сырой ткани.

Суммарное содержание протоалкалоида в листьях, а также в стеблях обоих исследуемых разновидностей дикого типа *C. roseus* было значительно меньше, чем в корнях и варьировало в пределах 0,43-0,27 мкмоль триптамина / г сырой ткани. При этом максимальное накопление триптамина было показано в ювенильных листьях как главных, так и боковых побегов. В разновидности «*roseus*» содержание триптамина в ювенильных листьях варьировало в пределах 0,52-0,45 мкмоль триптамина / г сырой ткани, а в разновидности «*alba*» – 0,59-0,53 мкмоль триптамина / г сырой ткани. В полностью сформировавшихся листьях содержание триптамина было несколько меньше и составляло 0,22-0,28 мкмоль триптамина / г сырой ткани.

Минимальное накопление триптамина было установлено в цветах обоих разновидностей дикого типа *C. roseus*. В разновидности «*roseus*» содержание триптамина в цветах составляло 0,07-0,08 мкмоль триптамина / г сырой ткани, а в разновидности «*alba*» – 0,15-0,17 мкмоль триптамина / г сырой ткани. Статистически достоверных различий в содержании триптамина в цветах главных и боковых побегов установлено не было.

Таким образом, полученные данные позволили установить, что содержание триптамина в *C. roseus* зависит от органной локализации исследуемого метаболита, а также от интенсивности ростовых процессов.

Максимальное накопление триптамина осуществляется в корнях *C. roseus* разновидностей “*alba*” и “*roseus*”. Причем, в главном корне триптамин аккумулируется на более высоком уровне, чем в боковых корнях. Возможно, протоалкалоид накапливается в главном корне катарантуса розового, создавая там запасной пул данного метаболита. В листьях, стеблях и цветах катарантуса розового содержание триптамина существенно меньше, чем в корнях. В процессе старения листьев накопление триптамина уменьшается. Минимальное содержание триптамина выявлено в цветах. Полученные закономерности накопления протоалкалоида триптамина в *C. roseus* могут быть использованы в дальнейшем при анализе взаимосвязи между интенсивностью роста, процессами первичного метаболизма (например, биосинтезом ИУК) и вторичного метаболизма (биосинтезом ТИА).

1. *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. An important drug: its applications and production / A. Junaid [et al.] // *Pharmacie Globale (IJCP)*. 2010. Vol. 1 (4). P. 1–16.

2. Direct fluorometry of phase-extracted tryptamine-based fast quantitative assay of L-tryptophan decarboxylase from *Catharanthus roseus* leaf / R.S. Sangwan // *Anal. Biochem.* 1998. Vol. 255. P. 39–46.

3. Enzymatic features of serotonin biosynthetic enzymes and serotonin biosynthesis in plants / K. Kang [et al.] // *Plant signaling & behavior*. 2008. Vol. 6. P. 389–390.

4. Physiological response of periwinkle plants (*Catharanthus roseus*) to tryptophan and putrescine / I. M. Talaat [et al.] // *International journal of agriculture and biology*. 2005. Vol. 7. P. 210–213.

5. Plant aromatic L-amino acid decarboxylases: evolution, biochemistry, regulation, and metabolic engineering application / P. J. Facchini [et al.] // *Phytochemistry*. 2000. Vol. 54. P. 121–138.

#### **ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ ПУТИ БИОСИНТЕЗА ТЕРПЕНОВЫХ ИНДОЛЬНЫХ АЛКАЛОИДОВ *VINCA MINOR* L.**

Ромашко С. Н., Молчан О. В., Юрин В. М.

Белорусский государственный университет, Минск  
svetlan\_rom@mail.ru

*Vinca minor* L. – источник ценных биологически активных метаболитов – терпеновых индольных алкалоидов (ТИА), которых по последним оценкам насчитывается 55 соединений. Содержание суммы алкалоидов в данном растении может варьировать в интервале 0,15-1%. Основными алкалоидами листьев являются винкамин (0,05-0,13%), 1,2-дегидроаспидоспермидин (0,06%) и винкаминореин (0,028%) [6]. Винкамин, являясь активатором церебрального метаболизма, представляет