

KOZUB N.A.^{1,2}, SOZINOV I.A.¹, BIDNYK H.Ya.^{1,2}, DEMIANOVA N.A.^{1,2}, SOZINOV A.A.^{1,2}

¹ Institute of Plant Protection, NAAS

Ukraine, 03022, Kyiv, Vasylykivska str., 33, e-mail: sia1@i.com.ua

² State Institution «Institute of Food Biotechnology and Genomics, NAS of Ukraine»

Ukraine, 04123, Kyiv, Osypovskogo str., 2a

REGISTRATION OF *AEGILOPS BIUNCIALIS* VIS. ACCESSIONS-STANDARDS FOR ALLELES AT HIGH-MOLECULAR WEIGHT GLUTENIN SUBUNIT LOCI

Aims. The objective of the investigation was selection and registration of *Aegilops biuncialis* Vis. accessions that may serve as standards for high-molecular weight glutenin subunit alleles. **Methods.** *Ae. biuncialis* accessions derived from Crimean populations were propagated on the experimental plot. SDS electrophoresis of high-molecular weight glutenin subunits was used to identify alleles at the *Glu-U1* and *Glu-M^b1* loci.

Results. The most frequent alleles among the collection of propagated accessions of *Ae. biuncialis* were *Glu-U1b* and *Glu-M^b1a*. Fifteen accessions were registered at the National Centre of Plant Genetic Resources of Ukraine. The set of registered accessions includes six different alleles at the *Glu-U1* locus and seven alleles at *Glu-M^b1*. **Conclusions.** Fifteen accessions of *Ae. biuncialis* registered in the National catalogue of NCPGRU may serve as standards for six alleles at the *Glu-U1* locus and seven alleles at *Glu-M^b1*.

Key words: *Aegilops biuncialis* Vis., high-molecular weight glutenin subunits, alleles, registration.

ЛАПШИН П.В., ЗАГОСКИНА Н.В.

ФГБУН Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН

Россия, 127276, г. Москва, ул. Ботаническая, 35, e-mail: p.lapshin@mail.ru

КРАССУЛЫ И СОДЕРЖАНИЕ В НИХ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Суккулентные растения, к которым относятся подавляющее большинство представителей семейства Толстянковых (*Crassulaceae* DC.), благодаря своим морфо-физиологическим особенностям, позволяющим им «экономно» использовать воду в процессе жизнедеятельности, занимают обычно засушливые местообитания, без отрицательных температур в течение года [1–3]. Основными областями их распространения является Африканский континент и Центральная Америка. Большинство представителей семейства Толстянковых это травянистые многолетние растения с мясистыми листьями и развитой водоносной паренхимой. Благодаря легкости вегетативного размножения, способности легко образовывать межвидовые, а часто и межродовые, гибриды, в ботанических садах и коллекциях произрастает большое количество культивируемых сортов [4, 5]. Для некоторых родов, таких как Эхеверия (*Echeveria* DC.) и Крассула (*Crassula* L.), их число превышает количество природных видов. Следует также отметить, что некоторые из них используются в народной и официальной медицине как лекарственные растения, обладающие антимикробным действием, что в значительной степени обусловлено высоким содержанием таких вторичных метаболитов, как фенольные соединения, в том числе флавоноиды [6, 7].

Фенольные соединения чрезвычайно широко распространены в высших растениях. Известно, что одна из их функций связана с защитой – как от действия высокого уровня солнечного облучения, так и от поедания насекомыми или поражения паразитирующими микроорганизмами [8, 9]. В этих условиях происходит накопление флавоноидов, что отмечено в тканях различных видов растений вообще и у листовых суккулентов в частности [10].

Важным аспектом фенольного метаболизма является его взаимосвязь с фотосинтетической активностью клеток растений, поскольку именно хлоропласты участвуют в этом процессе не только как «поставщики» энергии, но и как одно из основных мест образования этих метаболитов [11, 12]. В связи с этим хлорофиллдефектные химерные растения (имеющие ткани, способные синтезировать хлорофилл или лишенные этой возможности) могут быть удобной моделью для демонстрации различий в накоплении фенольных соединений.

Растение считается химерой, когда в растущих тканях совместно присутствуют генетически разнокачественные ткани [13]. Если исключить сознательную прививку одного таксона на другой, то наиболее частые пути возникновения соматических химер таковы: длительное вегетативное размножение, регенерация расте-

ний из культивируемых *in vitro* тканей, генетические манипуляции при спонтанном и индуцированном мутагенезе [14]. Химеры, у которых генетические различия заключаются в том, что часть клеток апикальной меристемы побега неспособна синтезировать хлорофилл обычно называют хлорофиллдефектными или вариегатными. Такие растения – наиболее хорошо заметный тип химер [14, 15]. Поскольку меристема побега в высокой степени упорядочена и дефектные инициальные клетки сохраняют в ней постоянное положение, они дают начало упоря-

доченной, обычно симметричной, пестрой окраске листьев (а в ряде случаев также стеблей и цветков). Химерные хлорофиллдефектные сорта растений играют большую роль в декоративном цветоводстве из-за более оригинального внешнего облика по сравнению с нормальными экземплярами этих видов.

Целью работы было сравнение уровня накопления фенольных соединений у хлорофиллдефектных и соответствующих им нормальных растений рода *Crassula* L.).

Материалы и методы

Объектом исследования являлись сорта, у которых имелись пары: нормальное растение и его химера (с лишенными хлорофилла краями листьев, т.е. f. *Marginata*). Мы взяли две пары таких генотипов: *Crassula sarmentosa* Harv. и ее пестрый сорт с отсутствием зеленого пигмента по краям листьев и, частично, на стебле; *Crassula ovata* Lamarck var. *obliqua* и ее химера с несимметричным расположением полос (сорт *Tricolor*). Растения выращивали в фитотроне Института физиологии растений им. К.А.Тимирязева РАН (г. Москва, Россия) при максимально доступном уровне естественного

солнечного освещения, проникающего через тепличное стекло толщиной 3 мм. Время сбора материала – весенний период.

Для извлечения фенольных соединений фрагменты, взятые из средних частей свежих листьев растений, растирали и экстрагировали 96% спиртом (30 минут, 45°C). Экстракт центрифугировали при 16000 об/мин и надосадочную жидкость использовали для спектрофотометрического определения суммы растворимых фенольных соединений (реактив Фолина–Дениса, 725 нм) и флавоноидов (хлористый алюминий, 415 нм) [16, 17].

Результаты и обсуждение

Выбранные нами виды крассул значительно отличались по морфо–физиологическим характеристикам. *C. sarmentosa* имела длинные, ветвящиеся от основания, лежащие, рыхло-облиственные стебли, длиной до 0,5 м. Листья темно–зеленые, сердцевидной формы с зубчатым краем: длина – 3–4 см, ширина – 2–3 см. Для *C. ovata* характерна кустарниковая форма роста: толстые, мясистые, прямостоячие, сильно-ветвистые стебли высотой до 1 м. Для них характерно развитие очень сочных, темно-зеленых широко-овальных листьев длиной 3–6 см и шириной 2–4 см. Все крассулы представляли собой короткодневные виды, цветущие зи-

мой. Цветки белые, звездчатые, 5-ти членные, от 0,5 до 1 см в диаметре. Семена сухие, пылевидные, многочисленные.

Поскольку нашей основной задачей являлось выяснение особенностей накопления фенольных соединений у нормальных и химерных представителей этих видов, то мы остановили свое внимание на двух показателях, а именно, определении суммарного содержания фенольных соединений, позволяющего судить об уровне биосинтеза [18], а также флавоноидов – одних из наиболее распространенных в зеленых тканях растений их представителей [8].

Таблица 1. Содержание фенольных соединений в нормальных (НР) и хлорофиллдефектных (ХДР) листьях крассул (мг/г сыр. массы)

Вид	<i>Crassula sarmentosa</i>		<i>Crassula ovata</i>	
	НР	ХДР	НР	ХДР
Сумма ФС	28,81±0,21	15,6±0,12	2,26±0,05	3,23±0,04
Флавоноиды	5,29±0,48	0	1,1±0,03	1,99±0,01

Как следует из представленных в таблице данных, для представителей *C. sarmentosa* характерна значительно более высокая способность к образованию фенольных соединений, по сравнению с *C. ovata*. По суммарному их накоплению эти различия были 5–10 кратными, а по флавоноидам – 5-кратными. При этом у химеры *C. sarmentosa* способность к образованию фенольных соединений значительно отличалась от таковой нормального растения, чего нельзя сказать о *C. ovate*. Возможно, в последнем случае в клетках сохраняется постоянный, достаточно низкий, но необходимый для их жизнедеятельности уровень этих вторичных метаболитов. Возможно он не зависит от функционирования

Выводы

1. Показано, что в листьях нормальных и химерных (хлорофиллдефектных) растений *C. sarmentosa* содержание как суммы растворимых фенольных соединений, так и флавоноидов значительно превышает таковые представителей

хлоропластов, как об этом часто сообщалось в литературе [8, 11, 12]. Вероятно у *C. ovata* велика роль других мест биосинтеза фенольных соединений, а именно эндоплазматического ретикула [8]. И в этом случае необходимо изучить как распределение этих веществ в растительных тканях, так и их состав.

Исходя из всего вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что фенольные соединения являются важными и необходимыми компонентами клеточного метаболизма растений, а уровень их накопления зависит от многих факторов, в том числе и генетических характеристик растений [12, 19].

C. ovate.

2. Накопление фенольных соединений в высших растениях зависит от многих факторов, в том числе и их генетических характеристик.

Литература

1. D.J. von Willert, Eller B.M., Werger M.J.A., Brinckmann E. Desert succulents and their life strategies // Vegetatio. – 1990. – Vol. 90. – P. 133–143.
2. Shiponeni N., Allsopp N., Carrick P.J., Hoffman M.T. Competitive interactions between grass and succulent shrubs at the ecotone between an arid grassland and succulent shrubland in the Karoo // Plant Ecology. – 2011. – Vol. 212. – P. 795–808.
3. Schafer C., Luttge U. Effects of water stress on gas exchange and water relations of a succulent epiphyte, *Kalanchoe uniflora* // Oecologia. – 1986. – Vol. 71. – P. 127–132.
4. Illustrated handbook of succulent plants: Crassulaceae / Eggl U. (ed.). – Berlin Heidelberg: Springer, 2003. – 506 p.
5. Rowley G. Teratopia: The World of Cristate and Variegated Succulents. – Cactus & Co, 2006. – 288 p.
6. Быков В.А. Суслина С.Н. Байльман Р.А. Волжанова М.И. Каланхоэ перистое и дегремона: химический состав, применение в медицине (обзор) // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2010. – N 7. – С. 14–20.
7. Куцик Р.В., Зук Б.М. Каланхоэ перистое (Бриофиллум чашечковый) *Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers. // Провизор. – 2004. – Вып. 4. – С. 125–135.
8. Запрометов М.Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях. М.: Наука, 1993. – 272 с.
9. Sudha G., Ravishankar G.A. Involvement and interaction of various signaling compounds on the plant metabolic events during defense response, resistance to stress factors, formation of secondary metabolites and their molecular aspects // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. – 2002. – V. 71. – P. 181–212.
10. Wand S.J.E. Concentration of ultraviolet-B radiation absorbing compounds in leaves of a range of fynbos species // Vegetatio. – 1995. – V. 116. – P. 51–61.
11. Запрометов М.Н., Загоскина Н.В. Еще об одном доказательстве участия хлоропластов в биосинтезе фенольных соединений // Физиология растений. – 1987. – Т. 34. – С. 165–172.
12. Lattanzio V., Kroon P.A., Quideau S., Treutter, D. Plant phenolics – secondary metabolites with diverse functions. // Recent Advances in Polyphenols Research. – Oxford: Wiley-Blackwell, 2008. – V. 1. – P. 1–35.
13. Binding H., Witt D., Monzer J., Mordhorst G., Kollmann R. Plant cell graft chimeras obtained by co-culture of isolated protoplasts // Protoplasma. – 1987. – Vol. 141. – P. 64–73.
14. Burge G.K., Morgan E.R., Seelye J.F. Opportunities for synthetic plant chimeral breeding: Past and future // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. – 2002. – Vol. 70. – P. 13–21.
15. Abu-Qaoud H., Skirvin R. M., Chevreau E. In vitro separation of chimeral pears into their component genotypes // Euphytica. – 1990. – Vol. 48. – P. 189–196.
16. Запрометов М.Н. Фенольные соединения и методы их исследования // Биохимические методы в физиоло-

- гии растений / Под ред. Павлиновой О.А. – М.: Наука, 1971. – С. 185–197.
17. Gage T.B., Wendei S.H. Quantitative determination of certain flavonol-3-glycosides // *Analytical Chemistry*. – 1950. – Vol. 22. – P. 708–711.
 18. Запрометов М.Н. Основы биохимии фенольных соединений. – М.: Высшая школа, 1974. – 250 с.
 19. Загоскина Н.В., Фернандо С.Ч., Федосеева В.Г., Азаренкова Н.Д., Запрометов М.Н. К вопросу о способности диплоидных и полиплоидных сортов чайных растений к образованию фенольных соединений // *Сельскохозяйственная биология*. – 1994. – №.1 – С. 117–119.

LAPSHIN P.V., ZAGOSKINA N.V.

*Timiryazev Institute of Plant Physiology, Russian Academy of Sciences
Russia, 127276, Moscow, Botanicheskaya str., 35, e-mail: p.lapshin@mail.ru*

CRASSULA AND THE CONTENT OF PHENOLIC COMPOUNDS

Aims. One important area of biological research is to study the various representatives of the higher plants, including in relation to their possible use for the production of biologically active secondary metabolites. These include phenolic compounds successfully used in pharmacology and medicine. The aim of the study was to investigate the accumulation of phenolic compounds in chlorophyll-defectives and corresponding normal plants of the genus *Crassula* (*Crassula* L.). **Methods.** In the leaves of plants determined the content the amount of soluble phenolic compounds and flavonoids. **Results.** Determined that in the plant leaves of *Crassula sarmentosa* content of phenolic compounds and flavonoids were significantly higher than in plant leaves of *Crassula ovate*. **Conclusions.** Consider that the accumulation of these secondary metabolites is dependent on many factors, including genetic characteristics of plants.

Key words: *Crassula*, phenolic compounds, flavonoids, genetic resources.

МАКЛЯК Е.Н., КИРИЧЕНКО В.В.

*Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН
Украина, 61060, г. Харьков, пр. Московский, 142, e-mail: yuriev1908@gmail.com*

ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ МЕЖФАЗНЫХ ПЕРИОДОВ

Температура и фотопериод – важные факторы окружающей среды, определяющие продолжительность фаз вегетации подсолнечника [1].

В последние годы исследователями сельскохозяйственных культур отмечено сокращение сроков цветения и созревания растений, что связано с повышением температуры воздуха [2]. Адаптационную приспособленность к умеренным изменениям климата селекционер может обеспечить путем подбора генотипов со специфической реакцией темпов развития на температурные условия года.

В агрометеорологической практике для характеристики влияния температуры воздуха на скорость роста и развития растений используется ряд показателей, величина которых специфична как для видов растений [3], так и для отдельных сортов [4].

Отношение подсолнечника, как типичного

представителя континентального климата, к температуре существенно меняется в зависимости от фазы вегетации [5]. Согласно исследованиям, проведенным на сортах подсолнечника, установлены величины нижнего температурного предела («пороговой» температуры) прохождения межфазных периодов развития от 5°C до 15–16°C [6, 7].

В соответствии с исследованиями, проведенных на генотипах разного происхождения, в различных климатических зонах, а также в условиях искусственного климата, для подсолнечника предложены разные значения пороговой температуры роста отдельных органов растения (листьев, корня), от 4°C до 10°C [8, 9, 10].

В задачи наших исследований входило изучение особенностей влияния температуры воздуха на прохождение межфазных периодов у нового селекционного материала подсолнечника.