

6. Morozkina, T. S., Mojseenok, A. G. (2002). Vitamins: a Brief guide for physicians and students of medical, pharmaceutical and biological specialties. Minsk: Asar, 112.

7. Karkichenko, N. N., Grachov, S. V. (2010). A guide to laboratory animal and alternative models in biomedical technology. Moscow: Profile, 358.

8. (2010). Official Journal of the European Union L276/33. Directive 2010/63/EU of the European parliament and of the council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes, 86,609,EC.20, 10.

9. Ostrovsky, Y. M. (1979). Experimental vitaminology. Moscow: Science and technology, 551.

10. Rokitski, P. F. (1973). Biological statistics. Minsk: Vycshaja school, 267.

11. Musil, J. (1985). Fundamentals of biochemistry of pathological processes. Moscow: Medicine, 123.

12. Bizenkova, M. N., Romantsev, N. G., Chesnokov, N. P. (2006). Metabolic effects of antioxidants in acute hypoxic hypoxia. Fundamental research, 1, 17.

Дата надходження рукопису 22.07.2015

Федорко Наталія Леонідівна, кандидат біологічних наук, доцент, кафедра біохімії, Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова, вул. Дворянська, 2, м. Одеса, Україна, 65000
E-mail: nataliafedorko.biochemistry@gmail.com

Прокоф'єва Наталія Юрійівна, кафедра біохімії, Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова, вул. Дворянська, 2, м. Одеса, Україна, 65000
E-mail: Nata_1504@ukr.net

Келар Анастасія Едуардівна, кафедра біохімії, Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова, вул. Дворянська, 2, м. Одеса, Україна, 65000

Петров Сергій Анатолійович, доктор біологічних наук, професор, кафедра біохімії, Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова, вул. Дворянська, 2, м. Одеса, Україна, 65000

УДК 635. 95. 581. 52 (477.60)

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.48371

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДОВ РОДА *REBUTIA* K. SCHUM. СЕМЕЙСТВА САСТАСЕАЕ JUSS. И ИХ ГИБРИДНЫХ РАСТЕНИЙ F1

© Е. С. Чичканова, А. Е. Демкович

Выявлены параметры – диаметр и высота побегов, длина корня, количество колючек у *Rebutia senilis*, *Rebutia marsoneri* и ♀ *Rebutia senilis* × ♂ *Rebutia marsoneri* в F1, которые возможно применять при дифференциации в онтогенезе. Установлена возможность применения ISSR маркеров для генетической характеристики родительских форм *R. senilis*, *R. marsoneri*, их гибридных сеянцев

Ключевые слова: *Rebutia*, гибрид, F1, сеянцы, дифференциация, побег, корень, колючки, онтогенез, ISSR маркер

Some parameters were identified – the diameter and height of shoots, root length, number of spines in *Rebutia senilis*, *Rebutia marsoneri* and ♀ *Rebutia senilis* × ♂ *Rebutia marsoneri* in F1, which may be used in the differentiation in ontogeny. The possibility of using ISSR markers to the genetic characteristics of parental forms *R. senilis*, *R. marsoneri* and their hybrid seedlings were identified too

Keywords: *Rebutia*, hybrid, F1, seedlings, differentiation, shoots, roots, spines, ontogeny, ISSR marker

1. Введение

Виды рода *Rebutia* K. Schum. из семейства Састасеае Juss. произрастают в Андийской области (Боливия) Неотропического царства и в Патагонской области (Аргентина) Голантарктического царства на высотах от 1000 до 3500 метров над уровнем моря [1–5]. Они обладают значительной фенотипической изменчивостью, произрастая при экстремальных условиях среды [6–8]. Всё большее значение приобретают селекционные аспекты сохранения и приумножения генетического разнообразия представителей семейства Састасеае [9, 10]. Активно изучаются селекция, межвидовая генетическая связь представителей рода *Rebutia* и других родов семейства

Састасеае [11–15], биоморфологические особенности, фенология, всхожесть и энергия прорастания семян видов рода *Rebutia* [16–20]. С использованием RAPD методов был рассмотрен ряд вопросов относительно филогении рода *Rebutia* [21, 22].

2. Обоснование исследования

Следует отметить, что во многих коллекциях для получения новых форм осуществляется гибридизация кактусов, при этом гибриды, особенно при схожести родительских форм, могут от них не дифференцироваться [23]. Поэтому, оценка генетических и морфологических аспектов начальных этапов онтогенеза видов рода *Rebutia* позволит проводить иден-

тификацию, диагностику гибридных форм в сравнении с их родительскими растениями [24]. Существует обширный класс основанных на межмикросателлитных повторах маркеров, которые хотя и являются доминантными как RAPD, но гораздо более стабильны и активно используются у растений. Такие маркеры могут быть использованы для межвидовой дифференциации и выявления гибридов видов рода *Rebutia* [25].

3. Цель исследования

Выявление и оценка диагностических, морфологических, генетических признаков гибридных растений видов рода *Rebutia*.

4. Материалы и методы

Наблюдения проводились с 2013 по 2014 годы за сеянцами F1 ♀ *R. senilis* × ♂ *R. marsoneri*, *R. senilis* Vascob., *R. marsoneri* Werderm. Были проанализированы 15 экземпляров сеянцев кактусов: *R. senilis*, *R. marsoneri* и 15 экземпляров гибридных сеянцев. Изучались морфологические параметры: форма побегов, форма семядолей, диаметр побегов, высота побегов, длина корневой системы. Семенная продуктивность и всхожесть семян определялись согласно методикам [26]. Выделение возрастных состояний, оценка процесса онтогенетического развития проводилась с использованием классификации [27].

Анализировались генетические и морфологические особенности кактусов на начальных этапах онтогенеза (прегенеративный период), возрастное состояние проростки – p1 (июль 2013 год), ювенильное возрастное состояние – j1 (февраль 2014 год), j2 (апрель 2014 год). Микроклиматические условия защищённого грунта Донецкого ботанического сада (ДБС) (температура воздуха, влажность воздуха, освещённость), при которых выращивались исследуемые кактусы, приведены на рис. 1. Статистическая обработка данных осуществлена с помощью компьютерной программы «Statistica 6.0» [28].

Полиморфизм ISSR локусов оценивали на основе анализа 8 образцов – четырех гибридных сеянцев ♀ *R. senilis* × ♂ *R. marsoneri*, материнских растений и двух сеянцев *R. senilis* от самоопыления. ДНК выделяли методом сорбции в присутствии хаотропной соли на коммерческих наборах «Diatom DNA prep» (Isogene) из корешков сеянцев, либо из бутонов родительских растений. ПЦР-реакция проводилась на амплификаторе «Tpersonal Thermocycler» (Biometra) с использованием наборов PCR Master Mix2 (Thermo Scientific) и праймеров к ISSR локусам (в скобках – последовательности): UBC-808 ((AG)8C), UBC-811 ((GA)8C), UBC-817 ((GA)8A), UBC-818 ((CA)8G), UBC-825 ((AC)8T). Далее праймеры приведены только по номерам. Амплификация ISSR локусов проводилась при следующих условиях: первоначальная денатурация: 1 мин при 94 °C, далее 35 циклов: 45' при 94 °C, 30' при 52 °C и 125' при 72 °C. ПЦР проводилась не менее чем в двукратной повторности. Электрофорез ампликонов проводили в 1 %, 2 % агарозном геле (буфер TBEх 0.5) с последующей окраской бромистым этидием. Обработка данных электро-

форетического анализа проведена на основе сравнения с известным стандартом O'Rangeruler 200bp и O'Rangeruler 20bp (Thermo Scientific) (Gel Analyzer 2010a, 2014). Интерпретировали лишь полосы, выявленные во всех повторностях ПЦР [29].

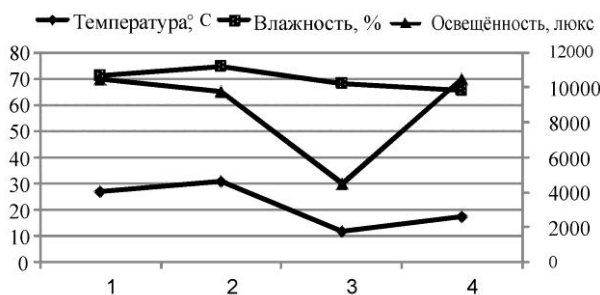


Рис. 1. Условия защищённого грунта Донецкого ботанического сада. 1 – июнь (2013 г.) – se; 2 – июль (2013 г.) – pl; 3 – февраль (2014 г.) – j1; 4 – март-апрель (2014 г.) – j2

5. Результаты исследования

Виды *R. senilis*, *R. marsoneri* являются узколокальными эндемиками. Так, *R. senilis* произрастает в местностях Патагонской области (Аргентина) – Тариха, Жужуй, Сальта, где температура воздуха колеблется от +5.0 до +25.3 °C. Вид *R. marsoneri* произрастает в местности Андийской области (Боливия) – Чукисака, в Патагонской области (Аргентина) – Тариха, Жужуй при температуре воздуха от +10.0 до +30.0 °C [30]. На основе сопоставления факторов среды природных местообитаний и условий выращивания возможно выявить особенности онтогенетического развития видов рода *Rebutia*, а также их гибридного потомства [31]. Семена местной репродукции в результате межвидовой гибридизации ♀ *R. senilis* × ♂ *R. marsoneri* F1 высевали в июне. Прорастание семян гипокотиллярное, надземное, началось на 7-е сутки. Составляло у *R. senilis* – 3.6 %, у *R. marsoneri* – 9.5 %. Гибридные семена ♀ *R. senilis* × ♂ *R. marsoneri* F1 начинали прорастать на 13-е сутки, всхожесть составляла – 61.8 %. Прослеживали динамику прорастания семян на протяжении 13 суток. В этот период у *R. senilis* количество проросших семян увеличилось до 47.4 %, у *R. marsoneri* до 30.9 %. Семена, полученные в результате скрещивания ♀ *R. senilis* × ♂ *R. marsoneri*, обладают достаточно высокими показателями жизнеспособности в оптимальных условиях защищённого грунта Донецкого ботанического сада. Всхожесть семян гибридного потомства F1 ♀ *R. senilis* × ♂ *R. marsoneri* выше в сравнении с родительскими особями. У всех исследуемых растений возрастное состояние p1 наступило во второй декаде июля. У проростков *R. senilis* семядоли конической формы, побеги шарообразной формы (рис. 2). У проростков *R. marsoneri* побеги коротко-цилиндрической формы, семядоли выпуклые до округлых, эпидермис зелёного цвета. У 72.5 % сеянцев ♀ *R. senilis* × ♂ *R. marsoneri* F1 проростки коротко-цилиндрической формы, семядоли выпуклые до округлых, у 25.0 % проростки от шарообразной до сферической формы, эпидермис зелёного цвета, се-

мядоли выпуклые, округлые. У ♀ *R. senilis* × ♂ *R. marsoneri* диаметр побегов составляет – 3.3±0,2 мм, высота побегов – 5.7±0,2 мм, длина корневой системы – 4.4±0,2 мм, что указывает на промежуточное положение между аналогичными значениями семянцев *R. senilis*, *R. marsoneri* (рис. 2). Выявили морфологические параметры – диаметр побегов, высота побегов, длина корневой системы, позволяющие разделить возрастное состояние – j на j1 и j2.

При переходе в j1 у исследуемых растений мядоли исчезают, и формируются бугорки, на которых расположены шаровидные ареолы с радиальными колючками (от 2.0 до 4.0 шт., структура колючек – от мягкой до щетинистой). В j1 (февраль) у семянцев *R. marsoneri* и ♀ *R. senilis* × ♂ *R. marsoneri* происходит формирование спирально-закрученных рёбер с упорядоченными ромбовидной формы бугорками, которые доходят до середины побегов. В j2 (март-апрель) происходило дальнейшее формирование рёбер, которые доходят до основания побегов. Происходило изменение структуры колючек от мягкой до щетинистой (рис. 2). Обнаружено, что j1 от j2 отличаются не только наличием спирально-закрученных рёбер, дифференциацией видоизменённых листьев (колючек), но и по комплексу биометрических параметров, на основе которых происходит разделение j на j1, j2. В j1 у *R. senilis* средний диаметр побегов составлял – 2.4±0,1 мм, высота побегов – 4.9±0,3 мм, длина корневой системы – 3.6±0,3 мм. У *R. marsoneri* диаметр побегов составлял – 3.8±0,09 мм, высота – 7.7±0,3 мм, длина корневой системы – 5.7±0,5 мм (рис. 2).

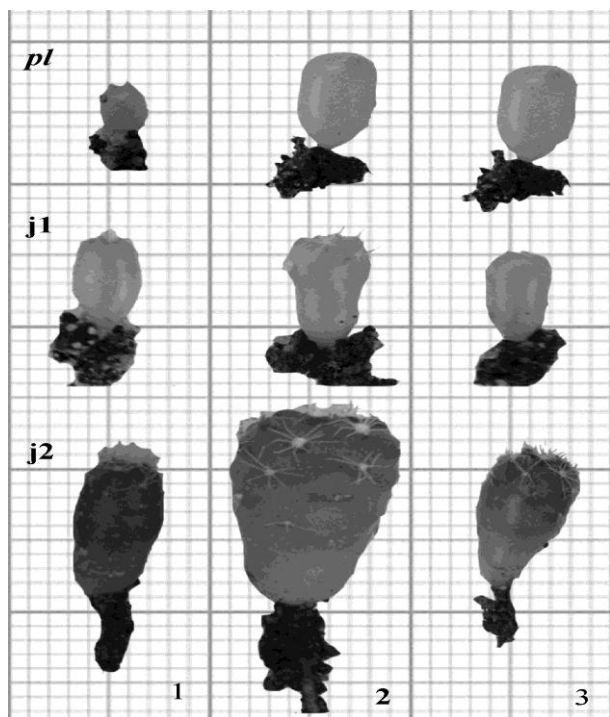


Рис. 2. Внешний вид семянцев видов рода *Rebutia* K. Schum. и гибридных растений: pl – возрастное состояние проростки; j1, j2 – ювенильное возрастное состояние. 1 – *R. senilis* Backeb., 2 – ♀ *R. senilis* × ♂ *R. marsoneri*, 3 – *R. marsoneri* Werderm

На основе параметра «количество колючек» мы провели дифференциацию онтогенетического состояния j на j1 и j2. В j1 количество колючек: *R. senilis* – 4.0±0,2 шт., *R. marsoneri* – 7.0±0,08 шт., *R. senilis* × *R. marsoneri* – 5.0±0,4 шт. В j2 происходит увеличение колючек, изменение их структуры до щетинистой. У *R. senilis* – 5.8±0,5 шт., *R. marsoneri* – 8.4±0,2 шт., ♀ *R. senilis* × ♂ *R. marsoneri* – 6.4±0,1 шт. В j1 семянцы ♀ *R. senilis* × ♂ *R. marsoneri* фенотипически подобны по отношению к *R. senilis*, у которых побеги коротко-цилиндрической формы, эпидермис от естественно-зелёного до розового цвета, спирально-закрученные рёбра доходят до середины побегов, на которых располагаются приплюснутые бугорки. У ♀ *R. senilis* × ♂ *R. marsoneri* диаметр побегов составлял – 3.6±0,1 мм, высота побегов – 7.8±0,2 мм, длина корневой системы – 6.6±0,3 мм. У *R. senilis* – диаметр побегов составлял – 2.8±0,1 мм, высота побегов – 6.8±0,2 мм, длина корневой системы – 3.5±0,3 мм. У *R. marsoneri* диаметр побега составлял – 4.7±0,1 мм, высота побегов – 10.1±1,0 мм, длина корневой системы – 9.1±0,7 мм.

6. Обсуждение результатов

Таким образом, морфологические и физиологические параметры: диаметр побегов, высота побегов, длина корневой системы, количество колючек, всхожесть семян гибридных растений указывают на благоприятное воздействие факторов среды условий защищённого грунта ДБС (рис. 1). Гибридное потомство ♀ *R. senilis* × ♂ *R. marsoneri* F1 на протяжении трех лет исследования обладает высокой жизнеспособностью. У видов рода *Rebutia*, и гибридного потомства, рост, развитие и продолжительность жизни являются тремя главными составляющими жизненного потенциала, благодаря которым последний реализуется при условии факторов среды. С помощью этих основополагающих критериев возможно определить объём жизненного потенциала не только видов *R. senilis*, *R. marsoneri*, но и их гибридных растений. Критерии относительно роста, процессов развития, дадут возможность обозначить устойчивые морфологические, генетические параметры для диагностики кактусов.

Обнаружено снижение коэффициентов вариации показателей диаметра побегов, высоты побегов, длины корневой системы гибридных растений в возрастных состояниях pl, j1, j2. Гибридное потомство F1 дифференцируется от *R. senilis*, *R. marsoneri* не только по морфологическим и генетическим критериям, но и по физиологическим особенностям кактусов, о чем свидетельствует CV, %. Коэффициенты вариации (CV, %) гибридных семянцев F1 по комплексу морфологических признаков не превышает 25.0 % (8.0 %–19.9 %), и оцениваются, как средний уровень изменчивости признаков (диаметр, высота побегов, длина корневой системы). У родительских форм уровень коэффициента вариации превышает 25.0 %, и оценивается, как сильный (*R. senilis* 9.5 % – 28.4 %, *R. marsoneri* 8.1 % – 28.9 %). Таким образом, у гибридного потомства F1 на начальных этапах онтогенетического развития проявляется высокая жизне-

способность в условиях защищённого грунта ДБС (рис. 1, 2). Более низкий коэффициент вариации указывает на стабилизацию и устойчивость морфологических параметров гибридного потомства F1, что позволяет идентифицировать и диагностировать кактусы (рис. 3).

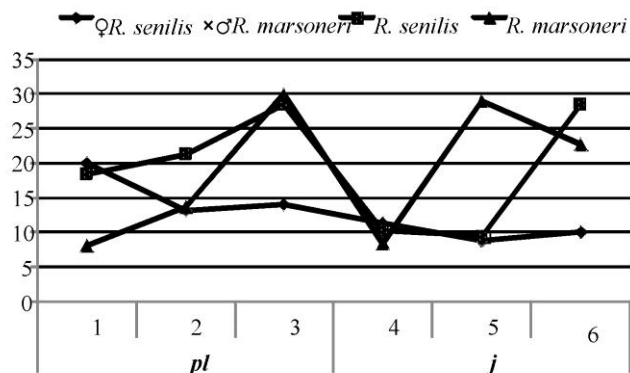


Рис. 3. Коэффициент вариации выраженный в процентах (CV, %) морфологических параметров сеянцев; pl – возрастное состояние проростки, j – ювенильное возрастное состояние; 1 – диаметр побегов, 2 – высота побегов, 3 – длина корневой системы, мм

При анализе 8 образцов с использованием 5 праймеров выявили 70 ISSR-локусов: от 10 до 22 локусов по каждому праймеру (рис 4). Размер ампликонов колебался от 117 п. н. (UBC–811) до 1111 п. н. (UBC–817). В нескольких случаях для гибридных образцов не было обнаружено продуктов амплификации с праймерами UBC–811, UBC–817, UBC–818. На используемом материале не было обнаружено локусов, характерных для определенных видов, вместе с тем некоторые локусы (UBC–811³⁵¹; UBC–818⁵⁸⁶; UBC–825⁶²⁸), независимо от принадлежности к определенному виду, амплифицировались почти у всех анализируемых образцов. Возможно, локусы UBC–811³⁵¹, UBC–818⁵⁸⁶ являются общими для рода *Rebutia*. Вместе с тем значительная часть локусов встречалась только единожды у отдельного образца и не может быть использована для дальнейшего анализа. У гибридного потомства воспроизводятся не все локусы родительских растений, при этом проявляется доминантный характер наследования. Например, с праймером UBC–808 у трех гибридных растений выявлены локусы 260, 324 (характерные для материнского растения *R. senilis*), а локус 320, характерный для материнского растения *R. Marsoneri*, выявлен у четвертого гибрида. Локус UBC–825³¹⁷ также встречается у материнского растения *R. marsoneri* и потомка.

Значительное количество идентичных ISSR локусов выявляется независимо от видовой принадлежности, их использование для определения степени гибридности возможно только при сравнении ген-портрета родительских растений и их потомков, например, по праймеру UBC-808.

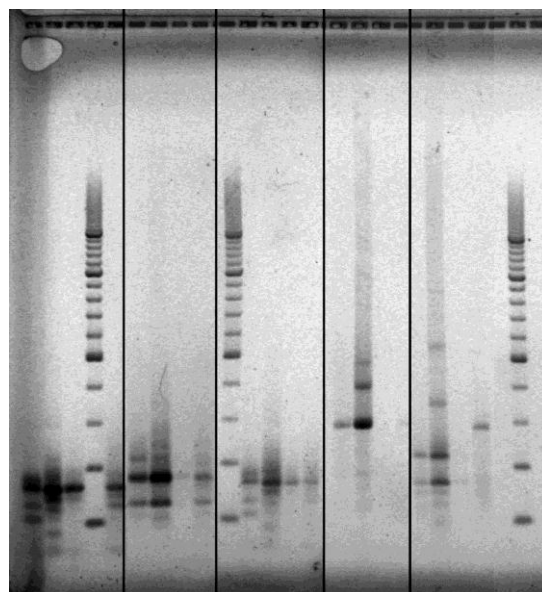


Рис. 4. Ампликоны по выявленным локусам UBC–808, UBC–811, UBC – 817, UBC–818, UBC–825 видов рода *Rebutia* K. Schum.: *R. senilis* Backeb., *R. marsoneri* Werderm. и их гибридного потомства ♀ *R. senilis* × ♂ *R. marsoneri*

7. Выводы

1. На основе сравнительного анализа морфологических показателей у ♀*R. senilis* × ♂*R. marsoneri*, *R. senilis*, *R. marsoneri* были выявлены устойчивые морфологические параметры: диаметр и высота побегов, длина корневой системы, количество колючек в возрастных состояниях – pl, j (j1, j2), которые можно применять для дифференциации видов рода *Rebutia*, их гибридного потомства.

2. Оценка изменчивости локусов, сгенерированных с применением ISSR праймеров UBC-808, UBC-811, UBC-817, UBC-818, UBC-825 продемонстрировала возможность их использования при идентификации гибридов исследуемых кактусов.

Литература

1. Агроклиматический атлас мира [Текст]: справ. / под ред. И. А. Гольдберга. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 115 с.
2. Тахтаджян, А. Л. Флористические области Земли [Текст] / А. Л. Тахтаджян. – Л.: Наука, 1978. – 247 с.
3. Anderson, E. F. The Cactus Family [Text] / E. F. Anderson. – Oregon: Timber Press Portland, 2001. – 776 p.
4. Fearn, B. The Genus *Rebutia* [Text] / B. Fearn, L. Pearsy. – Br.: Press Ltd., 1981. – 81 p.
5. Pilbeam, J. *Rebutia* The Cactus File Handbook 2 [Text] / J. Pilbeam, D. Neville, J. King. – Oxford: Nuffield Press, 1997. – 119 p.
6. Barthlott, W. Cactaceae. In the Families and Genera of Vascular Plants [Text] / W. Barthlott, D. R. Hunt. – Berlin: Springer-Verlag, 1993. – P. 161–197. doi: 10.1007/978-3-662-02899-5_17
7. Backeberg, C. Das kakteen lexicon. Enumeratio diagnostic Cactacearum [Text] / C. Backeberg. – German: Jena, 1976. – 586 p.
8. Britton, N. L. The Cactaceae. Descriptions and illustrations of plants of the Cactus family [Text] / N. L. Britton, J. N. Rose. – Washington: Press of Gibson Brothers, 1919. – 235 p. doi: 10.5962/bhl.title.45556

9. Friedrich, H. Seed morphology as an aid to classifying the genus *Echinopsis* Zucc [Text] / H. Friedrich // Bulletin. – 1983. – Vol. 3. Issue 3. – P. 79–92.

10. Mihalte, L. Morphological characterization and phylogenetic distance among several genotypes of *Rebutia*, *Aylostera*, *Mediolobivia* and *Sulcorebutia* (Cactaceae) [Text] / L. Mihalte, R. E. Sestras, G. Feszt, A. E. Sestras // African Journal of Biotechnology. – 2011. – Vol. 10, Issue 61. – P. 13051–13057.

11. Mosti, S. Further insights and new combinations in *Aylostera* (Cactaceae) based on molecular and morphological data [Text] / S. Mosti, N. L. Bandara, A. Papini // Pakistan Journal of Botany. – 2011. – Vol. 43, Issue 6. – P. 2769–2785.

12. Park, S. N. *Cacti: biology and Uses* [Text] / S. N. Park. – London: University of California Press, 2002. – 280 p.

13. Ritz, C. M. The molecular phylogeny of *Rebutia* (Cactaceae) and its allies demonstrates the influence of paleogeography on the evolution of South American mountain cacti [Text] / C. M. Ritz, L. Martins, R. Mecklenburg, V. Goremykin, F. H. Hellwig // American Journal of Botany. – 2007. – Vol. 94, Issue 8. – P. 1321–1332. doi: 10.3732/ajb.94.8.1321

14. Richard, R. Experimental Evidence for Reproductive Isolation between *Astrophytum coahuilense* (H. Möller) Kayser and *Astrophytum capricorne* var. *senile* (Fric) Okumura (Cactaceae) [Text] / R. Richard // *Haseltonia*. – 1981. – Vol. 68. – P. 463–470.

15. Gel Analyzer 2010 [Electronic resource]. – 2010. – P. 1–8. – Available at: http://www.gelanalyzer.com/downloads/users_manual_2010.pdf

16. Nobel, P. S. *Cacti* University of California [Text] / P. S. Nobel. – Los Angeles: University of California Press, 2002. – 280 p.

17. Чичканова, Е. С. Фенологические исследования видов рода *Rebutia* K. Schum. в условиях закрытого грунта Донецкого ботанического сада НАН Украины [Текст] / Е. С. Чичканова // Журн. Промышленная ботаника. – 2014. – № 14. – С. 181–188.

18. Чичканова, Е. С. Биоморфологические особенности видов рода *Rebutia* K. Schum. в условиях защищённого грунта на юго-востоке Украины [Текст] / Е. С. Чичканова // Журн. Промышленная ботаника. – 2013. – № 13. – С. 305–311.

19. Mihalte, L. The Variability of Seeds Weight and Germination Percentage of Different Cactaceae Genera (*Aylostera*, *Mediolobivia*, *Rebutia* and *Sulcorebutia*) [Text] / L. Mihalte, R. E. Sestras, G. Feszt, A. E. Sestras // Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj. – 2010. – Vol. 38, Issue 3. – P. 246–252.

20. Schlumberger, B. O. Molecular Phylogenetics of *Echinopsis* (Cactaceae): Polyphyly at all levels and convergent evolution of pollination modes and growth forms [Text] / B. O. Schlumberger, S. S. Renner // American Journal of Botany. – 2012. – Vol. 99, Issue 8. – P. 1335–1349. doi: 10.3732/ajb.1100288

21. Mihalte, L. Phylogenetic Distances among Several Genotypes of *Rebutia*, *Mediolobivia* and *Sulcorebutia* (Cactaceae) [Text] / L. Mihalte, R. E. Sestras, G. Feszt, A. E. Sestras // International Journal of Botany. – 2007. – Vol. 6, Issue 3. – P. 266–272.

22. Doyle, J. J. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue [Text] / J. J. Doyle // Phytochem. Bull. – 1987. – Vol. 19. – P. 11–15.

23. Nyffler, R. Phylogenetic relationships in the cactus family (Cactaceae) based on evidence from TRNK/MATK AND TRNL-TRNF SEQUENCES [Text] / R. Nyffler // American Journal of Botany. – 2002. – Vol. 89, Issue 2. – P. 312–326. doi: 10.3732/ajb.89.2.312

24. Nyffler, R. A farewell to dated ideas and concepts – molecular phylogenetics and a revised suprageneric classification of the family Cactaceae [Text] / R. Nyffler, U. A. Eggli // *Schumannia*. – 2010. – Vol. 6. – P. 109–149.

25. Albesiano, S. Cladistic analysis of *Trichocereus* (Cactaceae: Cactoideae: Trichocereae) Based on morphological data and Chloroplast dna sequences [Text] / S. Albesiano, T. Terrazas // *Haseltonia*. – 2012. – Vol. 17. – P. 3–23. doi: 10.2985/1070-0048-17.1.2

26. Вайнагий, И. В. О методике изучения семенной продуктивности растений [Текст] / И. В. Вайнагий // Бот. журн. – 1974. – Т. 59, № 6. – С. 826–831.

27. Уранов, А. А. Онтогенез и возрастной состав популяции цветковых растений [Текст] / А. А. Уранов. – М.: Наука, 1975. – 132 с.

28. Боровиков, В. П. *Statistica: Искусство анализа данных на компьютере* [Текст] / В. П. Боровиков. – СПб., 2003. – 688 с.

29. Vivian, N.-O. Chromosome numbers, nuclear DNA content, and polyploidy in *Consolea* (Cactaceae), an endemic cactus of the Caribbean Islands [Text] / N.-O. Vivian // American Journal of Botany. – 2007. – Vol. 94, Issue 8. – P. 1360–1370. doi: 10.3732/ajb.94.8.1360

30. Nobel, P. S. *Environmental Biology of Agaves and Cacti* [Text] / P. S. Nobel. – Los Angeles: Cambridge University Press, 2003. – 280 p.

31. Arias, S. The genus *Rebutia* [Text] / S. Arias, T. Terrazas // *Brittonia*. – 2006. – Vol. 58, Issue 3. – P. 197–216.

References

1. Golzberg, I. A. (1972). *Agroclimaticeskij atlas mira* [Agroclimatical world atlas]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 115.

2. Takhtadzhyan, A. L. (1978). *Floristicheskie oblasti zemli* [Floristic areas of the Earth]. Nauka, 247.

3. Anderson, E. F. (2001). *The Cactus Family*. Timber Press, 776.

4. Fearn, B., Percy, L. (1981). *The Genus Rebutia*. Derby, Britain: Press Ltd., 81.

5. Pilbeam, J., Neville, D., King J. (1997). *Rebutia*. The Cactus File Handbook 2. Oxford: Nuffield Press, 119.

6. Barthlott, W., Hunt, D. R. (1993). Cactaceae. Flowering Plants. Dicotyledons, 161–197. doi: 10.1007/978-3-662-02899-5_17

7. Backeberg, C. (1976). *Das kakteen lexicon. Enumeratio diagnostic Cactacearum*. Jena, 586.

8. Britton, N. L., Rose, J. N. (1919). *The Cactaceae, descriptions and illustrations of plants of the cactus family*, 235. doi: 10.5962/bhl.title.45556

9. Friedrich, H. (1983). Seed morphology as an aid to classifying the genus *Echinopsis* Zucc. Bulletin, 3 (3), 79–92.

10. Mihalte, L., Sestras, R. E., Feszt, G. (2011). Morphological characterization and phylogenetic distance among several genotypes of *Rebutia*, *Aylostera*, *Mediolobivia* and *Sulcorebutia* (Cactaceae). African Journal of Biotechnology, 10 (61), 13051–13057.

11. Mosti, S., Bandara, N. L., Papini, A. (2011). Further insights and new combinations in *Aylostera* (Cactaceae) based on molecular and morphological data. Pakistan Journal of Botany, 43 (6), 2769–2785.

12. Park, S. N. (2002). *Cacti: biology and Uses*. University of California Press, 280.

13. Ritz, C. M., Martins, L., Mecklenburg, R., Goremykin, V., Hellwig, F. H. (2007). The molecular phylogeny of *Rebutia* (Cactaceae) and its allies demonstrates the influence of paleogeography on the evolution of South American mountain cacti. American Journal of Botany, 94 (8), 1321–1332. doi: 10.3732/ajb.94.8.1321

14. Richard, R. (1981). Experimental Evidence for Reproductive Isolation between *Astrophytum coahuilense*

(H. Möller) Kayser and *Astrophytum capricorne* var. *senile* (Fric) Okumura (Cactaceae). *Haseltonia*, 68, 463–470.

15. Gel Analyzer 2010 (2010). Available at: http://www.gelanalyzer.com/downloads/users_manual_2010.pdf

16. Nobel, P. S. (2002). *Cacti* University of California. University of California Press, 280.

17. Chichkanova, Ye. S. (2014). Fenologicheskie issledovaniya vidov roda *Rebutia* K. Schum. v usloviyah zakritogo grunta Donetskogo botanicheskogo sada NAN Ukrainy [Phenological studies of the genus *Rebutia* K. Schum. under conditions of Donetsk botanical garden of the NAS of Ukraine]. *Industrial botany. Journal*, 14, 181–188.

18. Chichkanova, Ye. S. (2013). Biomorfologicheskie osobennosti vidov roda *Rebutia* K. Schum. v usloviyah zaschisnennogo grunta na yugo-vostoke Ukrainy [Biomorphological features of *Rebutia* K. Schum. species in glass-house conditions in the south-east of Ukraine]. *Industrial botany Journal*, 13, 305–311.

19. Mihalte, L., Sestras, R. E., Feszt, G., Sestras, A. E. (2010). The Variability of Seeds Weight and Germination Percentage of Different Cactaceae Genera (*Aylostera*, *Mediolobivia*, *Rebutia* and *Sulcorebutia*). *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj*, 38 (3), 246–252.

20. Schlumpberger, B. O., Renner, S. S. (2012). Molecular phylogenetics of *Echinopsis* (Cactaceae): Polyphyly at all levels and convergent evolution of pollination modes and growth forms. *American Journal of Botany*, 99 (8), 1335–1349. doi: 10.3732/ajb.1100288

21. Mihalte, L., Feszt, G., Bacui, A., Vilcan, A. (2007). Phylogenetic Distances among Several Genotypes of *Rebutia*, *Mediolobivia* and *Sulcorebutia* (Cactaceae). *International Journal of Botany*, 6 (3), 266–272.

22. Doyle, J. J., Doyle, J. L. (1987). A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochem. Bull.*, 19, 11–15.

23. Nyffeler, R. (2002). Phylogenetic relationships in the cactus family (Cactaceae) based on evidence from *trnK/matK* and *trnL-trnF* sequences. *American Journal of Botany*, 89 (2), 312–326. doi: 10.3732/ajb.89.2.312

24. Nyffeler, R., Eggli, U. (2010). A farewell to dated ideas and concepts—molecular phylogenetics and a revised suprageneric classification of the family Cactaceae. *Schumannia*, 6, 109–149.

25. Albesiano, S., Terrazas, T. (2012). Cladistic Analysis of *Trichocereus* (Cactaceae : Cactoideae : Trichocereae) Based on Morphological Data and Chloroplast Dna Sequences. *Haseltonia*, 17, 3–23. doi: 10.2985/1070-0048-17.1.2

26. Vaynag, I. V. (1974). O metodike izucheniya semennoy produktivnosti [On the methodology of studying plants seed production] *Bot. Journal*, 59 (6), 826–831.

27. Uranov, A. A. (1975). Ontogenez i vozrastnoy sostav populyatsii tsvetkovykh rasteniy [Ontogenesis and age-specific structure of flowering plant population]. *Nauka*, 139.

28. Borovikov, V. P. (2003). *Statistica: Iskustvo analiza dannyh na komp'yutere* [Statistica: The art of computer data analysis]. Sankt Petersburg, 688.

29. Negron-Ortiz, V. (2007). Chromosome numbers, nuclear DNA content, and polyploidy in *Consolia* (Cactaceae), an endemic cactus of the Caribbean Islands. *American Journal of Botany*, 94 (8), 1360–1370. doi: 10.3732/ajb.94.8.1360

30. Nobel, P. S. (2003). *Environmental Biology of Agaves and Cacti*. Cambridge University Press, 280.

31. Arias, S., Terrazas, T. (2006). The genus *Rebutia*. *Brittonia*, 58 (3), 197–216.

*Рекомендовано до публікації д-р біол. наук, проф. Коршиков І.І.
Дата надходження рукопису 23.07.2014*

Чичканова Елена Сергеевна, аспирант, отдел тропических и субтропических растений, Донецкий ботанический сад, Национальная академия наук Украины, пр. Ильича, 110, г. Донецк, Украина, 83059
E-mail: 30alenska-elenka@mail.ru

Демкович Андрей Евгеньевич, кандидат биологических наук, научный сотрудник, Государственное учреждение «Институт пищевой биотехнологии и геномики Национальной академии наук Украины», ул. Осиповского, 2А, г. Киев, Украина, 04123