

УДК 635.95.581.52(477.60)

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ
ВЕГЕТАТИВНЫХ ПОБЕГОВ ВИДОВ РОДА *REBUTIA* K. SCHUM.
СЕМЕЙСТВА *SACTACEAE* JUSS. В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА
ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА**

**SOME FEATURES OF THE ANATOMICAL STRUCTURE
OF VEGETATIVE SHOOTS SPECIES *REBUTIA* K. SCHUM.
FAMILY *SACTACEAE* JUSS. IN GLASSHOUSE CONDITIONS**

©Глухов А. З.

чл.–кор. НАН Украины, д–р биол. наук

Донецкий ботанический сад

г. Донецк, Украина, donetsk-sad@mail.ru

©Glukhov A.

Cor. memb. NAS of Ukraine, Dr. habil.

Donetsk Botanical Garden

Donetsk, Ukraine, donetsk-sad@mail.ru

©Багрикова Н. А.

SPIN–код: 9298–0370

д–р биол. наук, Никитский Ботанический сад

г. Ялта, Россия, nbagrik@ukr.net

©Bagrikova N.

SPIN–code: 9298–0370

Dr. habil., Nikita Botanical Garden

Yalta, Russia, nbagrik@ukr.net

©Чичканова Е. С.

SPIN–код: 4703–2678

Никитский Ботанический сад

г. Ялта, Россия, 30alenska-elenka@mail.ru

©Chichkanova E.

SPIN–code: 4703–2678

Nikita Botanical Garden

Yalta, Russia, 30alenska-elenka@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрены анатомические особенности вегетативных побегов некоторых представителей рода *Rebutia* K. Schum. Основными методами исследования являются: анатомический, систематический, статистический. В процессе работы были получены следующие сведения: у видов рода *Rebutia* эпидермис имеет антиклинальные стенки, тип устьичного аппарата — парацитный, замыкающие клетки устьиц продолговато-овальной формы; у видов *R. neocumingii*, *R. robustispina* прослеживается незначительное варьирование параметров устьичного аппарата. У *R. neocumingii* варибельность параметров не превышает предела допустимого и оценивается, как слабая: длина бобовидной клетки составляет — 5,6%, длина устьица — 9,5%; ширина устьица — 14,2% (средняя изменчивость). Температура воздуха в местностях, где произрастает *R. neocumingii* колеблется в пределах от 2,0 °С до 30,5 °С, а в условиях защищенного грунта Донецкого ботанического сада температура воздуха составляет от 9,0 до 27,0 °С. Приведенный диапазон температуры воздуха вписывается в рамки возможного диапазона мест произрастания вида,

поэтому растение находится в достаточно благоприятных условиях защищенного грунта, на что указывает низкая вариабельность анатомических параметров. Выявлено, что в ювенильном возрастном состоянии (*j*) у видов *R. robustispina*, *R. fiebrigii* происходит активная работа камбия, формирование клеток ксилемы и флоэмы. Ксилема закладывается к центру, в виде мелких, округлой формы клеток, а флоэма к периферии. У *R. robustispina*, *R. fiebrigii* проводящие пучки коллатеральные — открытые. Деление клеток камбия осуществляется тангентально, причем одна из клеток остается камбиальной, а другая становится элементом флоэмы или ксилемы. Таким образом, проанализированы перспективы использования анатомических параметров кактусов в качестве диагностических в таксономии исследуемого рода.

Abstract. The paper deals with the anatomical features of vegetative shoots of some species of the genus *Rebutia* K. Schum. The main methods of research are: anatomy, systematic, statistical. In the process, the following data were obtained: the species of the genus *Rebutia* epidermis has anticlinal walls, type of stomata — paracytic, stomatal guard cells oblong-oval; the species *R. neocumingii*, *R. robustispina* traced not significant variation in the parameters of stomatal apparatus. In *R. neocumingii* variability of parameters does not exceed the permissible limit and assessed as weak: bean-length cell is — 5.6%, the stomata length — 9.5%; stomata width — 14,2% (average volatility). The air temperature in the areas where it grows *R. neocumingii* range from 2.0 °C to 30.5 °C, and in the conditions of the protected ground of the Donetsk Botanical Garden of the air temperature is 9.0 to 27.0 °C. The above temperature range fits into the framework of the possible range of habitats of species, so the plant is in a rather favorable conditions of the protected ground, as indicated by the low variability of anatomical parameters. It was revealed that in the juvenile age condition (*j*) the species *R. robustispina*, *R. fiebrigii* there is an active work of the cambium, the formation of xylem and phloem cells. Xylem is laid to the center, in the form of small, rounded cells, and phloem to the periphery. In *R. robustispina*, *R. fiebrigii* collateral vascular bundles — open. The division of the cambium cells made tangential, one of the cambial cells remains, and the other becomes an element of the phloem or xylem. Thus, we analyzed the prospects for the use of anatomical parameters of cacti as diagnostic taxonomy of the test species.

Ключевые слова: *Rebutia*, анатомические параметры, устьица, камбий, ксилема, флоэма, норма реакции, диапазон температуры воздуха.

Keywords: *Rebutia*, anatomical parameters, stomata, cambium, xylem, phloem, the rate of the reaction temperature range.

Введение

Для каждого региона необходимо создавать коллекции ценных, высоко декоративных, суккулентных растений для исследования их биолого-экологических, а также анатомических особенностей [4, 22]. Культивирование представителей семейства *Cactaceae* Juss. в ботанических садах является также одним из способов исследования их биолого-экологических, анатомических особенностей, исходя из огромной вариабельности признаков вегетативных и генеративных органов [7, 8, 16, 31, 36].

Прогнозируя успешность интродукции суккулентных растений необходимо учитывать два основополагающих аспекта: 1 — место произрастания растений; 2 — оценка реакции организма на микроклиматические факторы среды [5, 18].

Один из наиболее крупных, представленных необычным видовым составом семейства *Cactaceae* — род *Rebutia* [6, 9, 12, 23, 24, 27]. Виды рода *Rebutia* вызывают большой интерес, в связи с тем, что имеют высокий уровень приспособляемости к экстремальным условиям существования [10, 11, 14, 37]. Виды этого рода произрастают в Бразильской области, Центрально-бразильской провинции (Боливия) и в Чилийско-Патагонской области,

Патагонской провинции (Аргентина) на высоте от 2800 до 4000 м н. у. м. на каменистых плоскогорьях, известковых, глинистых, гранитных почвах, среди ксерофитных кустарников [1, 20, 30, 45].

При исследовании редких видов кактусов, большое внимание уделяется изучению их возрастной структуры, так как возрастные различия у растений существенно усиливают ее экологическую неоднородность [15]. Экологическая пластичность, многофункциональность эпидермиса как защитной, всасывающей и выделительной ткани формировалась в процессе эволюции и служит одним из диагностических признаков адаптации кактусов к окружающей среде [29]. Важно иметь представления об адаптационной способности эпидермиса, устьичного аппарата, которые выполняют основную регуляторную функцию газообмена и транспирации, влияют на рост и развитие кактусов [2, 19]. Были изучены биоморфологические, некоторые фенологические особенности видов этого рода [25, 26, 32–35, 40–44]. В связи с тем, что анатомические характеристики видов рода *Rebutia* практически не изучены зарубежными и отечественными авторами, считаем целесообразным отразить некоторые особенности вегетативных органов кактусов в условиях защищенного грунта Донецкого ботанического сада [38, 39]. Изученные анатомические параметры позволят расширить представления об адаптационных способностях кактусов, а также послужат в качестве диагностических в систематике семейства *Cactaceae*.

Цель работы: изучить анатомические характеристики вегетативных побегов исследуемых видов, с дальнейшей перспективой использования их в таксономии рода *Rebutia*.

Материал и методика

Исследования проводились в условиях защищенного грунта Донецкого ботанического сада (ДБС) в зимний период с 2013 по 2015 г. г. Было изучено анатомическое строение вегетативных побегов 4 видов рода *Rebutia*: *R. fiebrigii* (Gürke) Britton & Rose ex L.H. Bailey 1916, *R. neocumingii* (Backeberg) D. R. Hunt 1987, *R. robustispina* F.Ritter 1977, *R. senilis* Backeberg 1932.

При характеристике микроклиматического режима в кактусовой оранжерее учитывали температурный режим, (°C), влажность воздуха (%), освещенность, лк. Температура воздуха в период вегетации, бутонизации и цветения растений должна быть в пределах от 9,0 до 28,0 °C, освещенность от 2 000 до 15 700 лк., влажность воздуха от 63,0% до 75,5%. Таксономическое положение рода приведено согласно системам Дж. Пилбэма и Е. Андерсона [30, 45]. Для указания географического распространения видов рода *Rebutia* использовали районы общего распространения [30], и фитохорионы А. Л. Тахтаджяна [20]. Для рассмотрения эпидермиса были изготовлены временные препараты; для рассмотрения поперечного среза побегов кактусов были изготовлены постоянные препараты. Анатомические исследования осуществлялись при помощи методики ботанической микротехники [13], с дополнениями из некоторых методик [17]. Приготавливали постоянные препараты по 10-ти экземплярам каждого исследуемого вида рода *Rebutia* в ювенильном возрастном состоянии (*j*). Получение постоянных препаратов и изготовления микротомных поперечных срезов вегетативных побегов осуществлялось согласно следующим этапам: 1. фиксация объектов; 2. проводка материала и его обезвоживание; 3. заливка материала в парафин; 4. наклейка блоков на деревяшки; 5. резка материала на микротоме; 6. наклейка срезов на предметное стекло; 7. освобождение срезов от парафина; 8. окраска и дифференциация материала; 9. просветление препаратов; 10. заключение или заделка препарата в Канадский бальзам. Эпидермис представителей рода *Rebutia* был изучен с помощью методической разработки Паушевой [21]. Препараты изучали на микроскопе марки ZEISS, при увеличении 8×20, с компьютерной микрофото съемкой. Основную статистическую обработку анатомических параметров проводили с помощью специализированной компьютерной программы [28].

Результаты и их обсуждение

Описательная характеристика устьичного аппарата эпидермиса кактусов. У видов рода *Rebutia* были выявлены следующие анатомические особенности: эпидермис с расположенными устьицами имеет антиклинальные стенки. Устьичные щели ограничены двумя замыкающими клетками бобовидной формы, которые имеют утолщенные стенки, обращенные к устьичной щели. Тип устьичного аппарата видов рода *Rebutia* — парацитный, при котором каждая из замыкающих клеток устьица сопровождается одной или более побочными клетками. Замыкающие клетки устьица продолговато-овальной формы. В среднем длина устьица составляет от $31,7 \pm 1,0 \text{ }\mu\text{m}$ у *R. neocumingii* до $47,3 \pm 2,4 \text{ }\mu\text{m}$ у *R. fiebrigii*, диаметр устьица колеблется в пределах от $25,4 \pm 1,7 \text{ }\mu\text{m}$ у *R. neocumingii* до $34,5 \pm 1,0 \text{ }\mu\text{m}$ у *R. robustispina*. Устьичный аппарат погружен в эпидермис, что можно считать проявлением ксероморфизма видов исследуемого рода. Нами подтверждено, что с увеличением ксероморфности строения эпидермиса побегов кактусов отмечается уменьшение размеров устьиц и их количества. Количество устьиц на 1 мм^2 составляет — $56,1 \pm 0,1$ шт. (в среднем для всех исследуемых видов рода *Rebutia*). Форма устьиц у всех исследуемых видов рода *Rebutia* — округло-овальная. Наибольшая степень открытости устьиц отмечена у *R. neocumingii*. Обнаружено, что у всех исследуемых видов сильно выражена извилистость эпидермальных стенок, что говорит о не достаточном уровне освещенности. В зимний период (во время проведенных исследований) с января по февраль освещенность составляла от 2 000 до 5 000 лк. Согласно одной из точек зрения, появление извилистости (или волнистости) стенок обусловлено напряжением, возникающим между эпидермальными и подстилающими клетками в процессе роста [2, 15]. На ранних стадиях развития стенки эпидермальных клеток прямые, но если затвердевание кутикулы происходит медленно, то оболочки также долгое время продолжают разрастаться, вследствие чего образуются складки. Однако мы считаем, что извилистость стенок клеток эпидермиса всех исследуемых видов рода *Rebutia* в ювенильном возрастном состоянии (*j*) связано с недостатком освещенности. *Rebutia* произрастают высоко в горах, где уровень солнечного излучения всегда находится на высоком уровне. Данные особенности подтверждают, что для представителей этого рода в условиях защищенного грунта освещенность является лимитирующим фактором. Наиболее благоприятным диапазоном освещенности является диапазон от 10 000 до 30 000 лк.

Таким образом, исследование эпидермиса побегов кактусов в ювенильном возрастном состоянии позволило установить особенности, связанные со специфичностью видов и их экологической приуроченностью, Рисунок 1.

Обнаружено, что у видов *R. neocumingii* и *R. robustispina* прослеживается незначительное варьирование параметров устьица. Так, изменчивость анатомических параметров (CV, %) устьица у *R. neocumingii* не превышает предела допустимого и оценивается, как слабая: длина бобовидной клетки составляет — 5,6%, длина устьица — 9,5%; ширина устьица — 14,2%, оценивается как средняя изменчивость, Таблица 1.

Мы придерживаемся мнения, что физиологические процессы растений (изменчивость признаков) зависят от их экологической приуроченности. Каждый вид в процессе своего развития способен отражать разные диапазоны нормы реакции произрастая в достаточно постоянных условиях среды. Поэтому, считаем целесообразным охарактеризовать климатические условия мест произрастаний кактусов. Виды — *R. robustispina*, *R. neocumingii* произрастают в местностях Андийской области (Боливия) — Ла-Пас, Потоси, Чукисака; в местностях Патагонской области (Аргентина) — Жужуй, Сальта, Тукуман, Формоса. Температура воздуха в приведенных местностях колеблется в пределах от $2,0 \text{ }^\circ\text{C}$ до $30,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Таким образом, виды являются *эвритермными* организмами по отношению к температуре воздуха.

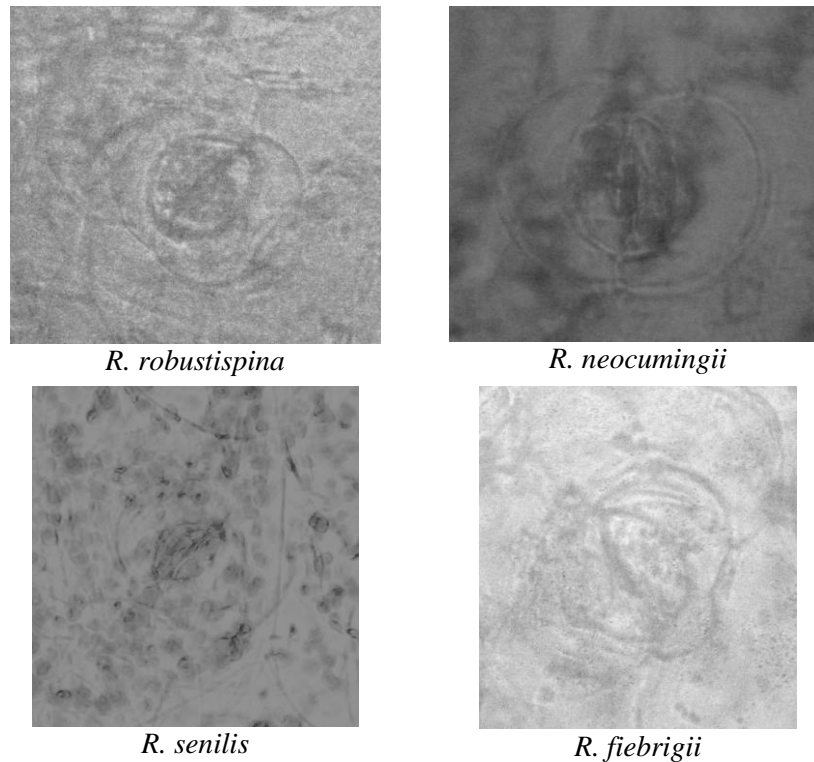


Рисунок 1. Внешний вид устьичного аппарата видов рода *Rebutia* K. Schum.

В условиях защищенного грунта ДБС температура воздуха на протяжении вегетационного периода колеблется в пределах от 9,0 до 27,0°C. В условиях защищенного грунта Донецкого ботанического сада виды находятся в достаточно благоприятных условиях, на что указывает низкая изменчивость анатомических параметров. Диапазон экологического фактора среды условий защищенного грунта Донецкого ботанического сада вписывается в диапазон фактора среды мест произрастания. Следовательно, для этих растений условия защищенного грунта являются приближенными к благоприятным, на что указывает низкий коэффициент изменчивости признака. У вида *R. fiebrigii* коэффициент вариации (CV, %) параметров бобовидных клеток превышает 25,0%, что указывает на сильную изменчивость признака. Вид произрастает в местностях Андийской области (Боливия) — Чукисака, Потоси, Тариха. В природе *R. fiebrigii* произрастает в диапазоне температуры воздуха от 7,0 до 27,8 °С. Диапазон температуры воздуха условий защищенного грунта Донецкого ботанического сада безусловно вписывается в рамки допустимого диапазона температуры воздуха мест произрастания кактусов.

Таблица 1.

АНАТОМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВИДОВ РОДА *REBUTIA* K. SCHUM.

Название видов	Длина устьица	Диаметр устьица	Длина бобовидной клетки устьица	Диаметр бобовидной клетки устьица
	M±m (µm)			
<i>R. fiebrigii</i>	47,3±2,4	31,4±4,8	42,7±1,4	19,9±3,2
<i>R. neocumingii</i>	31,7±1,0	25,4±1,7	40,6±0,8	14,8±0,8
<i>R. robustispina</i>	40,8±0,7	34,5±1,0	44,2±2,2	18,2±1,0
<i>R. senilis</i>	39,2±4,7	28,0±1,2	40,5±4,1	15,3±1,1

Примечание: M±m (µm) — среднее арифметическое значение и его ошибка.

Сильная изменчивость анатомических параметров обусловлена также широким диапазоном нормы реакции, экологической пластичности растения. Для видов

R. neocumingii, *R. robustispina*, *R. fiebrigii* условия защищенного грунта Донецкого ботанического сада являются приближенными к оптимальным, Рисунок 2.

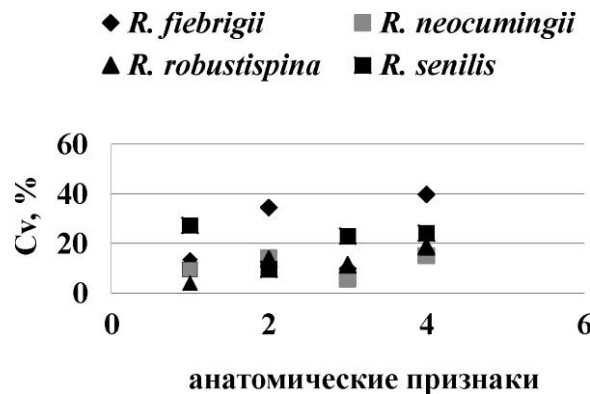
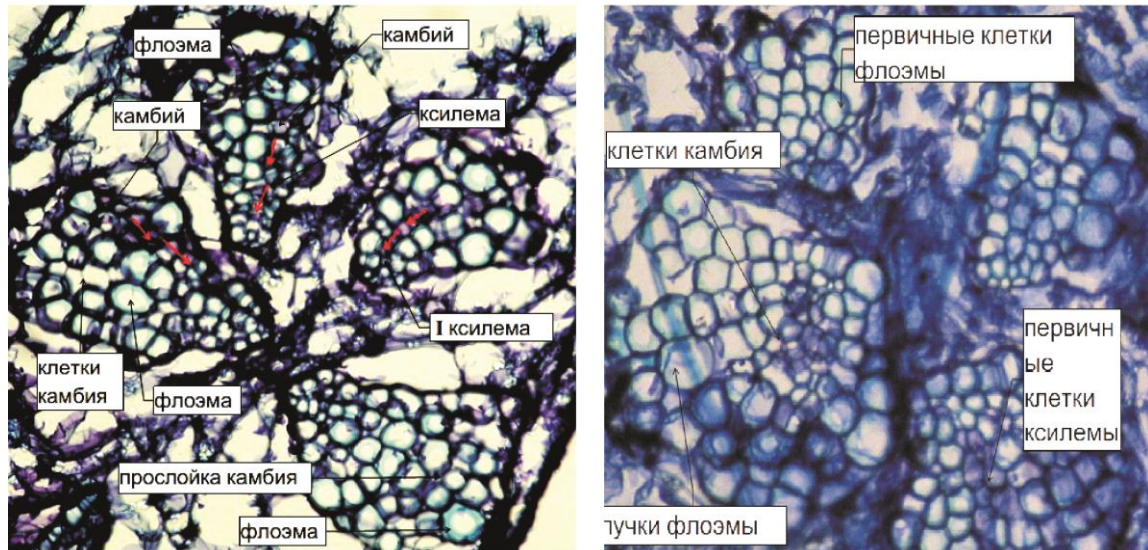


Рисунок 2. Показатели коэффициентов вариации (CV, %) устьиц видов рода *Rebutia* в условиях защищенного грунта Донецкого ботанического сада: 1 — длина устья (μm), 2 — диаметр устья (μm), 3 — длина бобовидной клетки (μm), 4 — диаметр бобовидной клетки (μm).

Описательная характеристика анатомического строения вегетативных побегов некоторых представителей рода *Rebutia*

Для кактусов в ювенильном возрастном состоянии (*j*) характерно строение стеблей пучкового типа, с заложением камбия в виде отдельных тяжей между проводящими пучками. В ювенильном возрастном состоянии (*j*) у исследуемых видов зафиксирована активная деятельность камбия. С деятельностью камбия формируются первичные пучки ксилемы и флоэмы, которые располагаются между прежним. Камбий представлен в виде расположенных горизонтально тяжей (клеток), которые спускаются к центральной части побега, закладывая пучки ксилемы. В результате такой закладки и работы камбия, формируется в дальнейшем кольцо проводящей ткани. Вероятно, что на начальных этапах онтогенетического развития побега у *R. robustispina* в ювенильном возрастном состоянии (*j*) прослеживается переходной тип строения проводящей системы: появляется межпучковый камбий дающий дополнительные проводящие пучки, которые представлены отдельными скоплениями клеток из 2–3 шт. На этом этапе флоэма отходит к периферии побега, к его внешней стороне, и закладывается в виде неравномерных пучков. Пучковый тип строения побегов характеризуется наличием постоянных проводящих коллатеральных пучков, образованных тяжами камбия. Ксилема закладывается к центру, к осевой части побега в виде мелких более округлых клеток, которые формируются из клеток камбия расположенных вертикальными рядами. Часть клеток камбия формирует более крупные, округлые клетки флоэмы, а к низу от призматических клеток камбия лучеобразно спускаются более мелкие клетки ксилемы. У *R. robustispina*, *R. fiebrigii* проводящие пучки коллатеральные открытые. К центру от формирующихся камбием проводящих пучков — флоэмы происходит закладка клеток проводящей системы ксилемы, которая представлена в виде луча, или одного клеточного слоя. Камбий в ювенильном возрастном состоянии закладывает пучки флоэмы, которые располагаются неравномерными участками (группами клеток), а в следствии этого камбий формирует и более мелкие клетки ксилемы, представленные в виде ячеек, но более округлой формы. Деление клеток камбия осуществляется тангентально, причем одна из клеток остается камбиальной, а другая (в зависимости от расположения) становится элементом флоэмы или ксилемы. Более энергично, после закладки первичных клеток флоэмы, клетки камбия делятся в сторону ксилемы, то есть к центральной, осевой части побега, Рисунок 3.



1

2

Рисунок 3. Поперечные срезы побегов видов рода *Rebutia* K. Schum. в ювенильном возрастном состоянии (j): 1 — *R. robustispina* F. Ritter; 2 — *R. fiebrigii* (Gürke) Britton & Rose.

Выводы

Изучены анатомические характеристики вегетативных побегов видов *Rebutia* в ювенильном (j) возрастном состоянии. У видов *R. robustispina*, *R. fiebrigii* происходит активная работа камбия, который способствует формированию клеток ксилемы и флоэмы. Виды *R. robustispina*, *R. neocumingii* в условиях защищенного грунта Донецкого ботанического сада находятся в достаточно благоприятных условиях, на что указывает низкая вариабельность анатомических параметров. Выявлены анатомические особенности вегетативных побегов видов в ювенильном возрастном состоянии, которые возможно использовать в качестве диагностических в систематике рода *Rebutia*.

Список литературы:

1. Абрамова И. В. Флористические регионы суши. М.: БрГУ им. А. С. Пушкина, 2014. 71 с.
2. Ахметова А. Б., Абидкулова К. Т., Ахметов А. А., Досымбетова С. Особенности анатомической структуры вегетативных органов редкого и эндемичного вида *Limonium michilsonianii* Lincz. на начальных стадиях онтогенеза // Вестник КазНУ. 2012. №3. С. 2–11.
3. Артюшенко З. Т. Атлас по описательной морфологии высших растений: Семя. Л.: Наука, 1990. 204 с.
4. Базилевская Н. А. Теории и методы интродукции растений. М.: Изд-во Московск. гос. ун-та, 1964. 129 с.
5. Байкова Е. В. Биоморфологические подходы в методической базе интродукционных исследований // Научная конференция «Интродукция растений»: материалы, 2013. С. 111–118.
6. Буренков А. А. Кактусы в гостях и дома. Киев: Изд-во Феникс, 2007. 470 с.
7. Васильева И. М. Суккуленты и другие ксерофиты в оранжереях Ботанического института им. В. Л. Комарова. СПб.: СПб, 2007. 415 с.
8. Гайдаржи М. М. Сукулентні рослини: анатомо-морфологічні особливості, поширення й використання. Київ: Київський ун-т, 2011. 175 с.
9. Гапон В. Н., Щелкунова Н. В. Кактусы. М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2002. 96 с.
10. Левданская П. И. Кактусы и другие суккуленты в комнатах. Минск: Урожай, 1972. 195 с.

11. Лимаренко А. Ю., Палева Т. В. Кактусы и другие суккуленты (атлас растений). СПб.: Иван–Федоров, 2004. 305 с.
12. Лэм Э., Лэм Б. Кактусы. М.: Мир, 1984, 182 с.
13. Наумов Н. А. Основы ботанической микротехники. М.: Сов. наука, 1954. 312 с.
14. Вермелен Н. Кактусы. Все что нужно знать о кактусах и об уходе за ними. М.: Кладезь, 1998. 144 с.
15. Резанова Т. А., Сорокопудов В. Н., Свиначев Е. Н. Особенности анатомического строения листа у видов рода *Rosa L. (Rosaceae Juss.)* // Научные ведомости. 2011. №9. Вып. 15/1. С. 340–350.
16. Семенов Д. В. Кактусы и другие суккуленты в доме и в саду. Серия «Живой мир вокруг нас». М.: Фитон+, 2000. 256 с.
17. Калашникова Л. М. Методы ботанических исследований: учебное пособие. Нальчик: Наука, 2006. 20 с.
18. Культиасов М. В. Эколого–исторический метод в интродукции растений // Бюл. Гл. ботан. сада. 1953. Вып. 15. С. 24–39.
19. Киселева О. А. Особенности анатомического строения листьев и стебля *Melampyrum cristatum* (Средний и южный Урал) // Вестник Пермского университета. Биология. 2013. №13. С. 18–26.
20. Тахтаджян А. Л. Флористические области Земли. Л.: Наука, 1978. 247 с.
21. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. М.: Наука, 1988. 271 с.
22. Плугатарь Ю. В. Никитский ботанический сад как научное учреждение // Вестник Российской академии наук. 2016. Т. 86. №2. С. 120–126.
23. Удалова Р. А., Вьюгина Н. Г. В мире кактусов. Л.: Наука, 1977. 136 с.
24. Урбанов А. Колючее чудо: книга о кактусах. Братислава: Веда, 1976. 332 с.
25. Чичканова Е. С. Биоморфологические особенности видов рода *Rebutia K. Schum.* в условиях защищенного грунта на юго–востоке Украины // Журн. Промышленная ботаника. 2013. №13. С. 305–311.
26. Чичканова Е. С. Фенологические исследования видов рода *Rebutia K. Schum.* в условиях закрытого грунта Донецкого ботанического сада НАН Украины // Журн. Промышленная ботаника. 2014. №14. С. 181–188.
27. Борисенко Т. И. Кактусы: справочник / под. ред. Т. М. Черевченко. Киев: Наукова думка, 1986. 285 с.
28. Шмидт В. М. Математические методы в ботанике: учебное пособие. Л.: Изд–во ЛГУ, 1984. 287 с.
29. Эзау К. Анатомия семенных растений: в 2-х кн., кн. 1., пер. с англ. М.: Мир, 1980. 282 с.
30. Anderson E. F. The Cactus Family. 2nd ed. Portland. Oregon, TimberPress, 2001, 777 p.
31. Barthlott W., Hunt D. R. Seed–diversity in the Cactaceae, subfamily Cactoideae. Succulent Plant Research, 2000, v. 5, pp. 1–173.
32. Buxbaum F. Morphology of cacti. Section I. Roots and stems. Abbey Pasadena, Garden Press, 1950, 230 p.
33. Buxbaum F. Morphology of cacti. Section II. The flower. Pasadena, Abbey Garden Press, 1950, 300 p.
34. Buxbaum F. Die Phylogenetik der nordamerikanischen Echinokakteen. Trib. Echinocactinae. Österr. Bot. Zeitschr, 1951, v. 98, s. 44–104.
35. Buxbaum F. Morphology of cacti. Section III. Fruits and seeds. Pasadena, Abbey Garden Press, 1953, 401 p.
36. Cullman W. Kakteen. Einführung in die Kakteenkunde und Anleitung zu erfolgreicher Kakteenkulture 3 erw Aufl. Stuttgart, Ulmer, 1975, s. 200–220.
37. Fearn B., Pearsy L. The Genus *Rebutia*. Britain, Press Ltd., Shirland, 1981, 81 p.
38. Herbel D. Alles über Kakteen und andere Sukkulente. München, Südwest, 1978, s. 319–320.

39. Locuty P. 10 Jahre Kakteenkultur unter PVC, Kakteen andere Sukkulente, 1977, s. 90–91.
40. Osmich D. Atlas of Cacti. Tuzla, Bosnia & Herzegovina, 2006, 357 p.
41. Rauh W. Kakteen an Ihren Standorten: unter besonderen Berücksichtigung ihre Morphologie und Systematik. Hamburg, Parey, 1979, s. 223–230.
42. Rauh W. Schöne Kakteen und andere Sukkulente. Stuttgart, Borntragen, 1978, 292 s.
43. Runger W. Einfluss der Temperatur im frühen Stadium der Blüten Entwicklung bei Schlumbergera (*Zygocactus*). Gartenbauwissenschaft, 1978, bd. 43, h 5, s. 193–195.
44. Runger W. Wechselbeziehungen zwischen den Temperaturen während der Blühinduktion und des frühen Stadiums der Blütenentwicklung bei Schlumbergera (*Zygocactus*) “Weihnachtsfreude”. Gartenbauwissenschaft, 1976, bd. 41, h 5, s. 225–228.
45. Pilbeam J. Rebutia. The Cactus File Handbook 2, Oxford, 1997, 119 p.

References:

1. Abramova I. V. Floristicheskie regiony sushi. Moscow, BrGU, 2014. 71 p.
2. Akhmetova A. B., Abidkulova K. T., Akhmetov A. A., Dosymbetova S. Osobennosti anatomicheskoi struktury vegetativnykh organov redkogo i endemichnogo vida *Limonium michilsonianii* Lincz. na nachalnykh stadiyakh ontogeneza. Vestnik KazNU, 2012, no. 3, pp. 2–11.
3. Artyushenko Z. T. Atlas po opisatel'noi morfologii vysshikh rastenii: Semya. Leningrad, Nauka, 1990, 204 p.
4. Bazilevskaya N. A. Teorii i metody introduksii rastenii. Moscow, Izd-vo Moskovsk. gos. un-ta, 1964, 129 p.
5. Baikova E. V. Biomorfologicheskie podkhody v metodicheskoi baze introduktsionnykh issledovaniy. Nauchnaya konferentsiya “Introduktsiya rastenii”: materialy, 2013, pp. 111–118.
6. Burenkov A. A. Kaktusy v gostyakh i doma. Kiev, Feniks, 2007, 470 p.
7. Vasileva I. M. Sukkulenty i drugie kserofity v oranzhereyakh Botanicheskogo instituta im. V. L. Komarova. St. Petersburg, SPb, 2007, 415 p.
8. Gaidarzi M. M. Sukulentni roslini: anatomo-morfologichni osoblivosti, poshirennya i vikoristannya. Kiev: Kievskii un-t, 2011, 175 p.
9. Gapon V. N., Shchelkunova N. V. Kaktusy. Moscow, OLMA-PRESS, 2002, 96 p.
10. Levdanskyaya P. I. Kaktusy i drugie sukkulenty v komnatakh. Minsk, Urozhai, 1972, 195 p.
11. Limarenko A. Yu., Paleva T. V. Kaktusy i drugie sukkulenty (atlas rastenii). St. Petersburg, Ivan-Fedorov, 2004, 305 p.
12. Lem E., Lem B. Kaktusy. Moscow, Mir, 1984, 182 p.
13. Naumov N. A. Osnovy botanicheskoi mikrotekhniki. Moscow, Sov. nauka, 1954, 312 p.
14. Vermelen N. Kaktusy. Vse chto nuzhno znat o kaktusakh i ob ukhode za nimi. Moscow, Kladez, 1998, 144 p.
15. Rezanova T. A., Sorokopudov V. N., Svinarev E. N. Osobennosti anatomicheskogo stroeniya lista u vidov roda *Rosa* L. (Rosaceae Juss.). Nauchnye vedomosti, 2011, no. 9, issue 15/1, pp. 340–350.
16. Semenov D. V. Kaktusy i drugie sukkulenty v dome i v sadu. Seriya “Zhivoi mir vokrug nas”. Moscow, Fiton+, 2000, 256 p.
17. Kalashnikova L. M. Metody botanicheskikh issledovaniy: uchebnoe posobie. Nalchik, Nauka, 2006, 20 p.
18. Kultiasov M. V. Ekologo-istoricheskii metod v introduksii rastenii. Byul. Gl. botan. Sada, 1953, issue 15, pp. 24–39.
19. Kiseleva O. A. Osobennosti anatomicheskogo stroeniya listev i steblya *Melampyrum cristatum* (Srednii i yuzhnyi Ural). Vestnik Permskogo universiteta, Biologiya, 2013, no. 13, pp. 18–26.
20. Takhtadzhyan A. L. Floristicheskie oblasti Zemli. Leningrad, Nauka, 1978, 247 p.
21. Pausheva Z. P. Praktikum po tsitologii rastenii. Moscow, Nauka, 1988, 271 p.

22. Plugatar Yu. V. Nikitskii botanicheskii sad kak nauchnoe uchrezhdenie. Vestnik Rossiiskoi akademii nauk, 2016, v. 86, no. 2, pp. 120–126.
23. Udalova R. A., Vyugina N. G. V mire kaktusov. Leningrad, Nauka, 1977, 136 p.
24. Urbanov A. Kolyuchee chudo: kniga o kaktusakh. Bratislava, Veda, 1976, 332 p.
25. Chichkanova E. S. Biomorfologicheskie osobennosti vidov roda *Rebutia* K. Schum. v usloviyakh zashchishchennogo grunta na yugo–vostoke Ukrainy. Zhurn. Promyshlennaya botanika, 2013, no. 13, pp. 305–311.
26. Chichkanova E. S. Fenologicheskie issledovaniya vidov roda *Rebutia* K. Schum. v usloviyakh zakrytogo grunta Donetskogo botanicheskogo sada NAN Ukrainy. Zhurn. Promyshlennaya botanika, 2014, no. 14, pp. 181–188.
27. Borisenko T. I. Kaktusy: spravochnik. Ed. T. M. Cherevchenko. Kiev, Naukova dumka, 1986, 285 p.
28. Shmidt V. M. Matematicheskie metody v botanike: uchebnoe posobie. Leningrad, LGU, 1984, 287 p.
29. Ezau K. Anatomiya semennykh rastenii: v 2-kh kn., kn. 1., per. s angl. Moscow, Mir, 1980, 282 p.
30. Anderson E. F. The Cactus Family. 2nd ed. Portland. Oregon, TimberPress, 2001, 777 p.
31. Barthlott W., Hunt D. R. Seed–diversity in the Cactaceae, subfamily Cactoideae. Succulent Plant Research, 2000, v. 5, pp. 1–173.
32. Buxbaum F. Morphology of cacti. Section I. Roots and stems. Abbey Pasadena, Garden Press, 1950, 230 p.
33. Buxbaum F. Morphology of cacti. Section II. The flower. Pasadena, Abbey Garden Press, 1950, 300 p.
34. Buxbaum F. Die Phylogenetik der nordamerikanischen Echinokakteen. Trib. Echinocactinae. Österr. Bot. Zeitschr, 1951, v. 98, s. 44–104.
35. Buxbaum F. Morphology of cacti. Section III. Fruits and seeds. Pasadena, Abbey Garden Press, 1953, 401 p.
36. Cullman W. Kakteen. Einführung in die Kakteenkunde und Anleitung zu erfolgreicher Kakteenkultur 3 erw Aufl. Stuttgart, Ulmer, 1975, s. 200–220.
37. Fearn B., Pearsy L. The Genus *Rebutia*. Britain, Press Ltd., Shirland, 1981, 81 p.
38. Herbel D. Alles über Kakteen und andere Sukkulente. München, Südwest, 1978, s. 319–320.
39. Locuty P. 10 Jahre Kakteenkultur unter PVC, Kakteen andere Sukkulente, 1977, s. 90–91.
40. Osmich D. Atlas of Cacti. Tuzla, Bosnia & Herzegovina, 2006, 357 p.
41. Rauh W. Kakteen an Ihren Standorten: unter besonderen Berücksichtigung ihre Morphologie und Systematik. Hamburg, Parey, 1979, s. 223–230.
42. Rauh W. Schöne Kakteen und andere Sukkulente. Stuttgart, Borntragen, 1978, 292 s.
43. Runger W. Einfluss der Temperatur im frühen Stadium der Blütenentwicklung bei Schlumbergera (*Zygocactus*). Gartenbauwissenschaft, 1978, bd. 43, h 5, s. 193–195.
44. Runger W. Wechselbeziehungen zwischen den Temperaturen während der Blühinduktion und des frühen Stadiums der Blütenentwicklung bei Schlumbergera (*Zygocactus*) “Weihnachtsfreude”. Gartenbauwissenschaft, 1976, bd. 41, h 5, s. 225–228.
45. Pilbeam J. *Rebutia*. The Cactus File Handbook 2, Oxford, 1997, 119 p.

Работа поступила
в редакцию 22.08.2016 г.

Принята к публикации
24.08.2016 г.