

Е.С. Чичканова

## ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИДОВ РОДА *REBUTIA* K. SCHUM. В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН УКРАИНЫ

*Rebutia*, интродукция, фенология, пластичность, факторы среды

### Введение

Виды рода *Rebutia* K. Schum. (Cactaceae Juss.) произрастают в Андийской области Неотропического царства и в Патагонской области Голантарктического царства на высотах от 1000 до 3500 метров над уровнем моря [1, 3, 4, 8, 12–14, 16]. *Rebutia* занимает одно из значительных мест в семействе, как богатый эндемичными видами род. Кактусы являются неприхотливыми, обильно цветущими на протяжении длительного периода растениями, которые применяются для создания микроландшафтных экспозиций [10, 11]. Рекомендую эти растения, важно знать диапазон факторов среды, который наиболее благоприятен для их выращивания и получения длительного декоративного эффекта [4]. Изучение фенологии и морфологии представителей рода *Rebutia* позволит определить период их декоративности и рекомендовать наиболее перспективные для использования в фитодизайне [4, 15, 17].

### Цель и задачи исследования

Цель – выявить виды рода *Rebutia* с широкой нормой реакции в условиях выращивания. Задачи работы: 1) на основе фенологических наблюдений определить изменения морфологических параметров видов рода *Rebutia* в условиях защищённого грунта ДБС НАН Украины; 3) выделить виды, обладающие наибольшей экологической пластичностью.

### Объект и методики исследований

Исследования проводились в Донецком ботаническом саду НАН Украины (ДБС). Изучались 15 видов рода *Rebutia*: *R. albipilosa* F. Ritter, *R. arenacea* Cardenas, *R. marsoneri* Werdermann, *R. minuscula* Ritter & K.R. Thiele, *R. krainziana* Kesselring, *R. cajasensis* F. Ritter, *R. hyalacantha* (Backeb.) Backeb., *R. neocumingii* (Backeb.) D.R. Hunt, *R. senilis* Backeb., *R. pygmaea* (R.E. Fries) Britton & Rose, *R. flavistyla* F. Ritter, *R. fiebrigii* F. Ritter, *R. fulviseta* Rausch, *R. tiraquensis* Cardenas, *R. xanthocarpa* Backeb. Систематическое положение видов приводится по E. Anderson [10]. В работе использовали районы общего распространения исследуемых видов рода *Rebutia* по E. Anderson [10], и фитохорионы А.Л. Тахтаджяна [8]. Фенологические наблюдения и изучение морфологических особенностей видов рода *Rebutia* проводилось на 7–10 экземплярах каждого вида. Приведены среднестатистические значения диаметра и годового прироста побегов, наступления повторных фаз бутонизации, цветения, продолжительности вегетации кактусов за 2008–2014 годы. Возрастное состояние кактусов приводится по А.А. Уранову [9]. Все исследуемые особи видов рода *Rebutia* находились в генеративном возрастном состоянии (g) генеративного периода. Использована стандартная методика фенологических наблюдений в ботанических садах [7]. Для измерения годового прироста побегов применяли методику биоритмики развития вегетативной сферы растений семейства Cactaceae по М.Н. Гайдаржи [5].

Основная статистическая обработка данных была проведена с помощью компьютерной программы «Statistica 6.0» [2].

### Результаты исследований и их обсуждение

При определении диапазона реакций организмов, их экологической пластичности нами учитывались критерии оптимума: продолжительность вегетации, сроки наступления фаз бутонизации, цветения, повторной бутонизации, а также некоторые морфологические параметры – диаметр, годичный прирост побегов. По результатам фенологических наблюдений все изучаемые виды рода *Rebutia* разделены на группы, которые определялись сроками наступления вегетации, её продолжительностью, а также диаметром и годичным приростом побегов. При этом учитывались значения температуры воздуха, при которой наступали вегетация, повторные фазы бутонизации и цветение кактусов (табл.).

К первой группе отнесены ранневегетирующие кактусы *R. arenacea*, *R. flavistyla*, *R. senilis*, *R. kranziana*. Начало вегетации у растений отмечено в феврале при средних показателях температуры воздуха –  $17,6 \pm 0,8^\circ\text{C}$ , влажности воздуха –  $63,0 \pm 1,1\%$ , освещённости –  $4300 \pm 3,7$  люкс. Конец вегетации у этой группы растений приходится на начало третьей декады октября (см. табл.). Эти виды характеризуются наиболее высокими показателями диаметра и годичного прироста побегов, наибольшей продолжительностью вегетационного периода.

Ко второй группе отнесены средневегетирующие кактусы *R. marsoneri*, *R. minuscula*, *R. neocumingii*, *R. tiraquensis*, *R. xanthocarpa*. Начало вегетации у растений отмечено в марте при температуре воздуха  $21,3 \pm 0,8^\circ\text{C}$ , влажности воздуха –  $70,6 \pm 3,9\%$ , освещённости –  $7660 \pm 1,4$  люкс. Конец вегетации у этой группы растений приходится на вторую декаду октября (см. табл.). Значения диаметра и годичного прироста побегов средневегетирующих кактусов ниже, чем у ранневегетирующих (см. табл.).

К третьей группе отнесены поздневегетирующие кактусы *R. albipilosa*, *R. cajasensis*, *R. fiebrigii*, *R. fulviseta*, *R. hyalacantha*, *R. pugmaea*. Начало вегетации у растений отмечено в апреле-мае при температуре воздуха  $25,8 \pm 2,1^\circ\text{C}$ , влажности воздуха –  $79,0 \pm 2,7\%$ , освещённости –  $15000 \pm 3,6$  люкс.

*Таблица.* Характеристика видов рода *Rebutia* К. Schum. коллекции защищённого грунта Донецкого ботанического сада НАН Украины.

Виды	Температура воздуха (февраль – август), °C		Природные места произрастания	Начало вегетации/ начало цветения/ повторная фаза бутонизации	Продолжи- тельность вегетации, дни	Диаметр побега/ годичный прирост побегов (мм) (M±m)
	ДБС	природные места произрастания				
	min/max /Range	min/max /Range				
Ранневегетирующие виды						
<i>R. arenacea</i> Cardenas	16/19 /3	5/28 /23	Кочабамба, Оруро, Санта- Крус	28.02±0,2 /25.04±0,08 /22.07±0,1	265,0±1,6	33,6±1,4/ 8,3±0,7
<i>R. flavistyla</i> F. Ritter	16/19 /3	8,4/30 /21,6	Жужуй, Оруро, Тариха, Кочабамба	10.02±2,6 /10.04±2,05 /12.06±0,8	275,0±2,7	36,5±1,8/ 7,3±1,4
<i>R. senilis</i> Backeb.	16/19 /3	5,0/25,3 /20,3	Жужуй, Кочабамба, Сальта, Тариха	15.02±2,6 /30.03±3,0 /06.06±0,1	270,0±3,2	34,1±2,0/ 4,9±0,2

Виды	Температура воздуха (февраль – август), °С		Природные места произрастания	Начало вегетации/ начало цветения/ повторная фаза бутонизации	Продолжи- тельность вегетации, дни	Диаметр побега/ годовой прирост побегов (мм) (M±m)
	ДБС	природные места произрастания				
	min/max /Range	min/max /Range				
<i>R. krainziana</i> Kesselring	16/19 /3	4,6/25,3 /20,7	Жужуй, Оруро Сальта, Тариха	28.02±0,09 /01.05±0,3 /30.06±0,1	265,0±0,09	27,8±1,5/ 3,0±0,4
Средневегетирующие виды						
<i>R. marsoneri</i> Werdermann	19/27 /8	10/30 /20	Жужуй, Сальта, Сан- Сальвадор, Формоса	13.03±0,03/27.03 ±0,4 /–	213,0±4,5	27,8±1,5/ 3,0±0,4
<i>R. minuscula</i> Ritter & K.R. Thiele	19/27 /8	12,6/22,0 /9,4	Сальта, Тариха, Формоса	20.03±0,05 /10.06±0,9 /–	219,0±1,2	28,1±0,8/ 3,5±0,2/
<i>R. neocumingii</i> (Backeb.) D.R. Hunt	19/27 /8	11/20 /9	Потоси, Чукисака	15.03±0,2 /25.05±0,3 /–	215,0±2,6	36,5±1,8/ 10,6±1,4
<i>R. tiraquensis</i> Cardenas	19/27 /8	10/27 /17	Тариха, Сальта, Чукисака	05.03±0,4 /29.04±0,8 /–	205,0±1,5	49,7±1,4/ 8,8±1,1
<i>R. xanthocarpa</i> Backeb.	19/24 /8	10,0/24,0 /14,0	Жужуй, Сальта, Сан- Сальвадор Формоса	20.03±0,2 /14.05±2,6 /–	219,0±2,0	24,5±0,08/ 2,0±0,2
Поздневегетирующие виды						
<i>R. albipilosa</i> F. Ritter	24/35 /11	10,2/21,7 /11,5	Жужуй, Чукисака, Пандо, Санта- Роса, Тариха, Чубут	10.04±0,05 /27.05±0,1 /–	178,0±2,7	20,3±1,2/ 2,2±0,9
<i>R. cajasensis</i> F. Ritter	24/35 /11	10/30 /20	Бени, Жужуй, Санта-Роса, Тариха, Чукисака	15.04±0,3 /06.06±0,5 /21.06±0,09	173±3,2	20,4±1,3/ 2,2±0,4
<i>R. fiebrigii</i> F. Ritter	24/35 /11	10,6/27,2 /16,6	Жужуй, Кочабамба, Сальта, Санта- Роса, Тариха, Чукисака	10.05±2,6 /07.06±1,5 /17.07±2,8	149,0±2,4	29,6±1,7/ 4,7±0,4
<i>R. fulviseta</i> Rausch	24/35/11	7,8/21,7 /13,9	Катамарка, Рио-Негро, Сальта, Санта- Крус, Тариха	10.05±0,02 /10.06±1,0 /–	149,0±1,4	16,1±1,1/ 1,4±0,1
<i>R. hyalacantha</i> (Backeb.) Backeb.	24/35 /11	10/30 /20	Жужуй, Ла- Пас, Тариха, Чукисака, Чубут	20.04±1,1 /08.06±1,3 /22.06±1,5	188,0±2,5	24,4±0,5/ 2,8±0,9
<i>R. pygmaea</i> (R.E. Fries) Britton & Rose	24/35 /11	7,5/27,0 /19,5	Оруро, Катамарка, Кочабамба	10.05±2,2 /02.05±1,5 /–	149,0±3,5	16,2±0,7/ 0,9±0,1

П р и м е ч а н и я. min/max – минимальные / максимальные значения температуры воздуха; Range – размах между минимальными и максимальными значениями температуры воздуха; M±m – среднее арифметическое значение, и ошибка.

Конец вегетации у этой группы растений приходится на начало первой декады октября (см. табл.). У этих растений отмечены наименьшие значения диаметра и годовичного прироста побегов в сравнении с видами из первой и второй группы.

При изучении сезонного ритма роста и развития для видов из ранне- и поздневегетирующих групп отмечено наступление повторных фаз бутонизации и цветения (см. табл.). Повторная фаза цветения наступала у *R. arenacea*, *R. flavistyla*, *R. senilis*, *R. krainziana*, *R. neocumingii*, *R. cajasensis*, *R. fiebrigii*, *R. hyalacantha* в среднем через 15 дней. Средняя продолжительность фазы цветения у *R. arenacea* составила 67 дней, у *R. flavistyla* – 64 дня, *R. senilis* – 60 дней, *R. tiraquensis* – 60 дней, *R. Neocumingii* – 50 дней. У этих видов наибольшие показатели диаметра и годовичного прироста побегов, что объясняется их продолжительной вегетацией. По окончании вегетации наступает период абсолютного покоя (стагнация), у растений фактически прекращаются все физиологические процессы.

Таким образом, можно говорить о существующей прямой зависимости между сроком начала вегетации, продолжительностью вегетационного периода, длительностью фаз бутонизации, цветения и увеличением морфологических параметров диаметра и годовичного прироста побегов. Чем больше эти показатели, тем более раннее начало вегетационного периода, больше её продолжительность и длительнее повторное цветение исследуемых видов рода *Rebutia*,  $r=+0,88\pm 0,06$  ( $r$  – коэффициент корреляции).

Все растения исследуемых видов, находясь в абсолютно одинаковых условиях среды защищенного грунта ДБС, имели различные сроки наступления основных фенологических фаз, что нами объясняется генетической детерминированностью этих особенностей, определяемых эколого-климатическими условиями природных местообитаний видов рода *Rebutia*. Поэтому считаем целесообразным охарактеризовать природно-климатические особенности в пределах ареалов изучаемых видов (рис.).

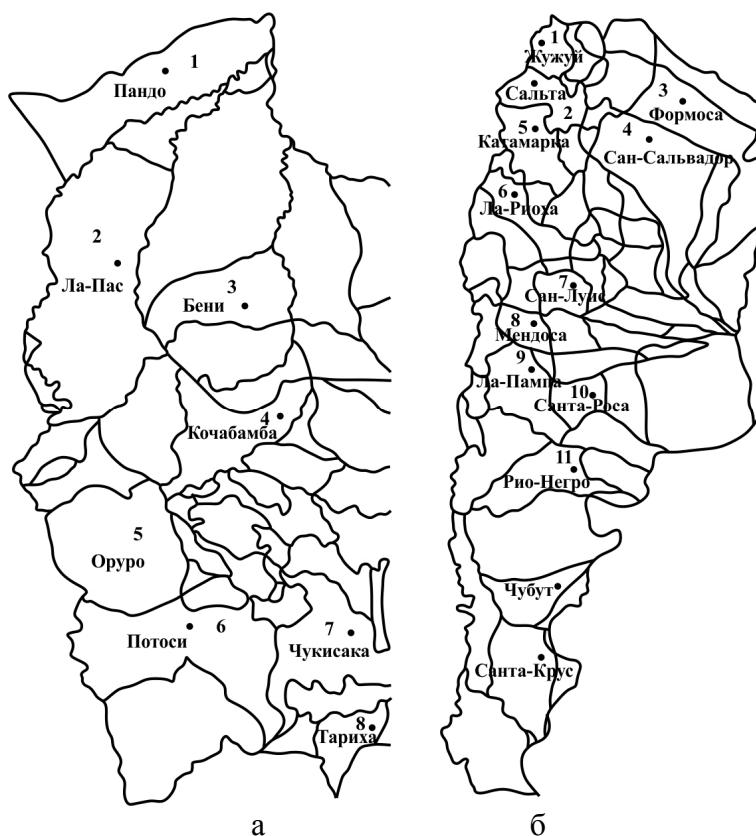


Рис. Картограмма естественного распространения видов рода *Rebutia* K. Schum. коллекции Донецкого ботанического сада НАН Украины

Fig. A scheme of natural distribution of the studied *Rebutia* K. Schum. species collected in Donetsk Botanical Garden of the NAS of Ukraine

Ранневегетирующие виды *R. arenaceae*, *R. flavistyla*, *R. senilis*, *R. krainziana* произрастают в Андийской флористической области на территории Боливии в регионах Анд с умеренным (Кочабамба) и засушливым холодным климатом (Оруро). В Патагонской флористической области на территории Аргентины виды этой группы встречаются в местностях Анд с сухим климатом (Сальта, Жужуй).

Средневегетирующие виды рода *Rebutia* в Андийской флористической области на территории Боливии встречаются в местностях Анд с засушливым, холодным климатом (Потоси) и умеренным климатом (Тариха, Чукисака). В Патагонской флористической области на территории Аргентины локализованы в местностях Анд с сухим климатом (Сальта), и в местообитаниях с субтропическим климатом без сухого периода (Формоса, Сан-Сальвадор).

Поздневегетирующие виды рода *Rebutia* в Боливии произрастают в местообитаниях с засушливым, холодным (Ла-Пас, Оруро), умеренным (Кочабамба, Чукисака, Тариха) и тропическим климатом (Пандо, Бени). В Аргентине встречаются в местностях Анд с сухим климатом (Жужуй, Сальта, Санта-Крус, Катамарка, Чубут), полусухим климатом, умеренным горным климатом (Ла-Пампа, Мендоса, Сан-Луис) и холодным, влажным климатом (Рио-Негро, Санта-Роса) (см. рис.).

Ранневегетирующие виды рода *Rebutia* по отношению к температуре воздуха являются эвритермными организмами, встречаются в местностях со значительными перепадами температуры воздуха. Средневегетирующие виды рода *Rebutia*, произрастающие при средних перепадах факторов среды – мезотермы. Поздневегетирующие кактусы, как и ранневегетирующие, являются эвритермами.

Широта норм реакций растений зависит от диапазона экологических факторов среды местообитаний. Чем шире диапазон экологических факторов естественных местообитаний, тем больше их экологическая пластичность, в том числе и в условиях выращивания.

Обнаружено, что нижняя и верхняя границы температуры воздуха условий выращивания ДБС входят в рамки диапазона экологических факторов местообитаний растений первой и второй группы – исключение составляют два средневегетирующих вида. Нами подтверждено, что ранне- и средневегетирующие виды рода *Rebutia*, произрастая в диапазоне температуры воздуха условий выращивания ДБС, успешно растут и развиваются. Успешность роста и развития ранне- и средневегетирующих видов *R. arenacea*, *R. flavistyla*, *R. senilis*, *R. krainziana*, *R. marsoneri*, *R. minuscula*, *R. neocumingii*, *R. tiraquensis*, *R. xanthocarpa* заключается в наиболее ранних сроках наступления вегетации, её наибольшей продолжительности, высоких значениях диаметра и годового прироста побегов кактусов в сравнении с поздневегетирующими (см. табл.). Поэтому, в целом можно считать условия оранжереи оптимальными для реализации жизненного потенциала кактусов.

Наименьшая экологическая пластичность поздневегетирующих видов *R. albipilosa*, *R. cajasensis*, *R. fiebrigii*, *R. fulviseta*, *R. hyalacantha*, *R. pygmaea* обусловлена поздним наступлением вегетации, меньшей её продолжительностью, более коротким протеканием фаз бутонизации и цветения, наименьшими значениями диаметра и годового прироста побегов (см. табл.), в сравнении с ранне- и средневегетирующими видами.

Оценив все виды рода *Rebutia* по критериям оптимума: продолжительность вегетации, сроки наступления бутонизации, цветения, повторной бутонизации, а также по некоторым морфологическим параметрам – диаметру, годовому приросту побегов нами выделены растения, перспективные для широкого использования в фитодизайне.

Это ранне- и средневегетирующие виды *R. arenacea*, *R. flavistyla*, *R. senilis*, *R. krainziana*, *R. marsoneri*, *R. minuscula*, *R. neocumingii*, *R. tiraquensis*, *R. xanthocarpa*.

#### **Вывод**

В условиях защищённого грунта ДБС НАН Украины ранне- и средневегетирующие виды рода *Rebutia* проявляют себя как наиболее экологически пластичные организмы, обладают широкими нормами реакции.

Установлена прямая зависимость между сроками начала вегетации, продолжительностью вегетации, фенофазами бутонизации, цветения и морфологическими параметрами, такими как диаметр и годичный прирост побегов. Виды *R. arenacea*, *R. flavistyla*, *R. senilis*, *R. krainziana*, *R. marsoneri*, *R. minuscula*, *R. neocumingii*, *R. tiraquensis*, *R. xanthocarpa* рекомендованы как перспективные для широкого использования в фитодизайне.

1. **Агроклиматический атлас мира.** – М.; Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 115 с.  
*Agroclimaticeskii atlas mira* (Agroclimatical world atlas), Moscow, Leningrad: Gidrometeoizdat, 1972.
2. **Боровиков В.П.,** Statistica: Искусство анализа данных на компьютере / В. П. Боровиков. – 2-е изд. – СПб.: СПб. – 2003. – 688 с.  
**Borovikov, V.P.,** *Statistica: iskusstvo analiza dannykh na kompyutere* (Statistica: the art of computer data analysis), vol. 2, St. Petersburg: SPb, 2003.
3. **Васильева И.М.,** Суккуленты и другие ксерофиты в оранжереях Ботанического института им. В.Л. Комарова / И.М. Васильева, Р.А. Удалова. – СПб.: Российская академия наук, 2007. – 415 с. Санкт-Петербург: Росток, 2007.  
**Vasilyeva, I.M.** and Udalova, R.A., *Sukkulenty i drugie kserofity v oranzhereyakh Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova* (Succulents and other xerophytes in the greenhouses of the V.L. Komarov Botanical Institute), St. Peterburg: Russian Academy of Sciences, 2007.
4. **Гайдаржи М.М.,** Сукулентні рослини: анатомо-морфологічні особливості, поширення й використання / М.М. Гайдаржи, В.В. Нікітіна, К.М. Баглай. – К.: Изд. Київ. ун-ту, 2011. – 175 с.  
**Gaydarzhi, M.M.,** Nikitina, V.V., and Baglay, K.M., *Sukulentni roslyny: anatomo-morfologichni osoblyvosti, poshyrennya i vykorystannya* (Succulent plants: anatomical and morphologic features, distribution and use), Kyiv: Izd. Kyiv. un-tu (Kyiv University Press), 2011.
5. **Гайдаржи М.М.** Біоритміка розвитку вегетативної сфери рослин родини кактусових / М.М. Гайдаржи. – К.: Ботанічний сад ім. акад. О.В. Фоміна Київ. ун-ту, 1995. – С. 42.  
**Gaydarzhi, M.M.,** *Biorytmika rozvytku vegetatyvnoi sphony roslyn rodyny kaktusovykh* (Biological rhythms of vegetative sphere development in Cactaceae family plants), Kyiv: Botanichnyi sad im. akad. O.V. Fomina Kyiv. un-tu (O.V. Fomin Botanical Garden of the Kyiv University), 1995.
6. **Зайцев Г.Н.** Оптимум и норма в интродукции растений. – М.: Наука, 1983.  
**Zaytsev, G.N.,** *Optimum i norma v introduktsii rasteniy* (The optimum and standard in the course of plant introduction), Moscow: Nauka, 1983.
7. **Методика** фенологических наблюдений в ботанических садах СССР // Бюл. Гл. ботан. сада АН СССР. – 1979. – Вып. 113. – С. 3–8.  
**Phenological** observation methods in botanical gardens of the USSR, *Byull. Gl. bot. sada Akad. Nauk SSSR* (Bulletin of the Central Botanical Garden of the Academy of Sciences of the USSR), 1979, vol. 113, pp. 3–8.
8. **Тахтаджян А.Л.** Флористические области Земли / Армен Леонович Тахтаджян. – Л.: Наука, 1978. – 247 с.  
**Takhtadzhyan, A.L.,** *Floristicheskie oblasti Zemli* (Floristic areas of the Earth), Leningrad: Nauka, 1978.

9. **Уранов А.А.** Онтогенез и возрастной состав популяции цветковых растений. – М.: Наука, 1975.  
**Uranov, A.A.**, *Ontogenez i vozrastnoy sostav populyatsii tsvetkovykh rasteniy* (Ontogenesis and age-specific structure of flowering plant population), Moscow: Nauka, 1975.
10. **Anderson, E.F.**, Barthlot, W., and Brown, R., The Cactus family. Description and illustration of plants of the Cactus family, Portland: Timber Press, 2001.
11. **Backeberg, C.**, Das kakteen lexicon. Enumeratio diagnostic Cactacearum, German Democratic Republic: Jena, 1976.
12. **Britton, N.L.**, and Rose, J.N., The Cactaceae. Descriptions and illustrations of plants of the Cactus family, Washington: Press of Gibson Brothers, 1919.
13. **Donald, J.D.**, Distribution of the genus *Sulcorebutia* Backeb. *Ashingtonia zh. (Americ. Succ. J.)*, 1973, vol. 1, no. 3, pp. 35.
14. **Donald, J.D.**, Distribution of the genus *Sulcorebutia* Backeb. *Ashingtonia zh. (Americ. Succ. J.)*, 1974, vol. 1, no. 4, p. 47.
15. **Nobel, P.S.**, Cacti University of California, London: University of California Press, 2002, p. 280.
16. **Pilbeam, J.**, Neville, D., and King, J., Rebutia. The Cactus File Handbook 2, Oxford: Nuffield Press, 1997.
17. **Mihalte, L.**, Sestras, R., and Festz, G., Morphological characterization and phylogenetic distance among several genotypes of Rebutia, Aylosteria, Medioblobivia and Sulcorebutia (Cactaceae), *Afric. Biotech. J.*, 2011, vol. 10, no. 61, pp. 13051–13057.

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Поступила 30.08.2014

УДК 635.95:581.52 (477.60)

ФЕНОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИДІВ РОДУ *REBUTIA* К. SCHUM. В УМОВАХ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ ДОНЕЦЬКОГО БОТАНІЧНОГО САДУ НАН УКРАЇНИ

О.С. Чічканова

Донецький ботанічний сад НАН України

Проведена фенологічна характеристика з доповненням деяких морфологічних особливостей 15 видів роду *Rebutia* в умовах закритого ґрунту ДБС НАН України. Встановлений кореляційний зв'язок між показниками діаметра пагонів, їх щорічним приростом та початком фаз вегетації, бутонізації, цвітіння, повторної бутонізації. Виявлені види роду *Rebutia* з широкою нормою реакції у нових умовах закритого ґрунту ДБС НАН України.

*Rebutia*, інтродукція, морфологія, фенологія, норма реакції, фактори середовища

UDC 635.95:581.52 (477.60)

PHENOLOGICAL STUDIES OF THE GENUS *REBUTIA* K. SHUM. UNDER CONDITIONS OF DONETSK BOTANICAL GARDEN OF THE NAS OF UKRAINE

E.S. Chichkanova

Donetsk Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine

The phenological traits of 15 *Rebutia* species in the glasshouses of the Donetsk Botanical Garden of the NAS of Ukraine is given. The study has shown a correlation between shoot diameter indices and

annual increment, the beginning of vegetation, budding, flowering, a re-budding. Some *Rebutia* species with a wide reaction standard to environmental factors in the glasshouses of the Donetsk Botanical Garden of the NAS of Ukraine were found.

*Rebutia, introduction, morphology, phenology, reaction standard, environmental factors*