



С 2024 года возобновлен «Труды НОЦ–Ботанический сад МГУ».

VII выпуск посвящен материалам, вынесенным на обсуждение Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Роль коллекций в сохранении биоразнообразия суккулентных растений *ex situ*».

Организаторами выступили НОЦ – Ботанический сад МГУ и секция кактусистов Московского Общества Испытателей Природы.

Конференция прошла в г. Москве 16 – 20 октября 2023 г. Она посвящена взаимодействию Ботанических садов России и стран Ближнего Зарубежья, коллекционеров, увлеченных людей, производителей светотехники и субстратов. В ходе работы обсуждались проблемы и перспективы сохранения и обмена растений, экспедиции в сложившейся ситуации с ограничениями некоторых стран на ввоз и вывоз растений, рассмотрены агротехнологии, биохимические и физиологические аспекты некоторых суккулентных растений.

Труды НОЦ – Ботанический сад МГУ  
Выпуск VII

## Роль коллекций в сохранении биоразнообразия суккулентных растений *ex situ*



Москва, 2024

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА  
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
НОЦ – БОТАНИЧЕСКИЙ САД МГУ

МОСКОВСКОЕ ОБЩЕСТВО ИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИРОДЫ

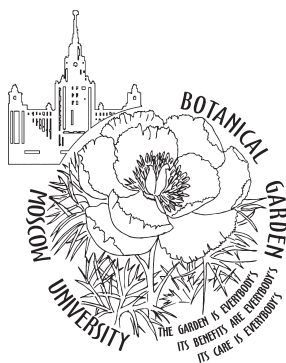
# Труды НОЦ–Ботанический сад МГУ

## Выпуск VII

### Роль коллекций в сохранении биоразнообразия суккулентных растений *ex situ*

Материалы

Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием



МОСКВА 2024

УДК 58.579.2  
ББК 28.5  
Т 78

Ответственный редактор:  
директор НОЦ – Ботанический сад МГУ,  
доктор биол. наук В.В. Чуб

Редакционная коллегия:  
кандидат биол. наук О.Ю. Миронова, Я.А. Морозов, А.В. Волков

Рецензенты:  
доктор с.-х. наук, проф. Х.В. Шарафутдинов  
кандидат биол. наук М.С. Романов

Труды НОЦ–Ботанический сад МГУ. Вып. VII. Роль коллекций в сохранении биоразнообразия суккулентных растений *ex situ* / Отв. ред. Чуб В.В. — М: Издательский дом «Типография МГУ», 2024. — 191 с.

ISBN

В VII выпуск «Трудов НОЦ–Ботанический сад МГУ» вошли материалы, вынесенные на обсуждение Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Роль коллекций в сохранении биоразнообразия суккулентных растений *ex situ*». Она посвящена взаимодействию Ботанических садов России и стран Ближнего Зарубежья, коллекционеров, увлеченных людей, производителей светотехники и субстратов. В ходе работы были освещены проблемы и перспективы сохранения и обмена растений, экспедиции в сложившейся ситуации с ограничениями некоторых стран на ввоз и вывоз растений, рассмотрены агротехнологии, биохимические и физиологические аспекты некоторых суккулентных растений.

Для ботаников разной специализации, занимающихся проблемами флоры, систематики и охраны растений, магистров и аспирантов по специальностям «биология» и «ботаника».

© НОЦ- Ботанический сад МГУ, 2024

© Коллектив авторов, 2024

LOMONOSOV MOSCOW STATE UNIVERSITY  
BIOLOGICAL FACULTY  
Sci.-Edu. Center – MSU BOTANICAL GARDEN

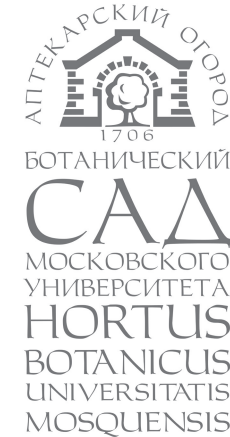
MOSCOW SOCIETY OF NATURALISTS

# Transactions of SEC–Botanical garden of MSU

## Volume VII

### Role of Collections in Preservation of Biodiversity of Succulent Plants *ex situ*

Proceedings  
of the All-Russian Scientific-Practical Conference  
with international participation



MOSCOW 2024

Editor-in-Chief:  
Director of the SEC–Botanical Garden of the MSU,  
Dr. of Sci. V.V. Choob

Editorial Board:  
Dr. O.Yu. Mironova, Ya.A. Morozov, A.V. Volkov

Reviewers:  
Dr. of Sci., Prof. Kh.V. Sharafutdinov  
Dr. M.S. Romanov

**Transactions of SEC–Botanical garden of MSU. Vol. VII. Role of Collections  
in Preservation of Biodiversity of Succulent Plants *ex situ* / Editor-in-Chief**

Choob V.V.

M: MSU Press, 2020. — 223 с.

**ISBN**

Volume VII of «Transactions of SEC-Botanical garden of MSU» contains the Proceedings, submitted for discussion at the All-Russian Scientific Conference with international participation «Role of Collections in Preservation of Biodiversity of succulent plants *ex situ*». It was devoted to the collaboration of Russian and foreign Botanical gardens, plant collectors and amateurs of succulent growing, manufacturers of lightening equipment and substrates. The problems and challenges of preservation and exchange of succulent plants and of expedition work in modern situation of strict governmental limitations for exportation or importation of plants were elucidated. Some aspects of agrotechnology, biochemistry, and physiology of succulent plants were discussed.

For botanists of different specialties dealing with flora, systematics and plant preservation, masters and graduate students in the specialties of "biology" and "botany."

© SEC–Botanical Garden of MSU, 2024  
© Authors, 2024

**СОДЕРЖАНИЕ**

Предисловие .....	9
Алёнкин В.Ю. Коллекция ксерофитных бромелиевых (Bromeliaceae Juss.) в НОЦ–Ботаническом саду МГУ .....	10
Багрикова Н.А. Антиоксидантный статус натурализовавшихся в Крыму представителей рода <i>Opuntia</i> (Tourn.) Mill. ....	21
Бубырева В.А., Романова Е.Л. К юбилею первой книги о культуре кактусов в СССР. ....	26
Виравчева Л.Л., Иванова Л.А. Коллекция суккулентов оранжереи Полярно-Альпийского Ботанического Сада .....	31
Владимирова Ю.В., Нусинова А.В., Тихонова О.В. Использование суккулентных растений для создания композиций открытого грунта на примере выставочного сада «Древо Жизни», представленного на VI Фестивале исторических садов в «Царицыно». ....	37
Волков А.В. Некоторые аспекты бизнеса на суккулентных растениях .....	44
Волкова В.В. Современное состояние коллекции суккулентов и кактусов в Ставропольском Ботаническом саду .....	51
Жегулова И.В., Игнатова М.А. Современное состояние и перспективы развития экспозиции «Растения аридных зон Земли» в Ботаническом саду ЮФУ .....	56
Загуменный Р.А., Николаева А.В. Коллекция растений семейства Crassulaceae J. St.-Hil. оранжерейного комплекса Донецкого Ботанического сада .....	60
Космальная Е.С., Чертович В.Н. Коллекция суккулентных растений Центрального Ботанического сада НАН Беларуси .....	65
Каракайтис Д.Ю., Лисина Т.Н., Волков А.В., Миронова О.Ю. Практика использования российских светодиодных светильников в оранжереях и ботанических садах .....	69
Лапшин П.В. Коллекция суккулентных растений в Институте физиологии растений им.К.А.Тимирязева РАН, Москва .....	74
Лапшин П.В. История клубного кактусоводческого движения в России: Валерий Михайлович Серовайский. ....	76
Мельников П.П. Кактусы и другие суккуленты в филателии .....	78
Миронова О.Ю. Биотехнология суккулентов .....	82
Морозов Я.А. Подбор оптимальных субстратов для суккулентных растений разных групп в условиях оранжереи МГУ .....	86
Нефедов Д.А., Хрынова Т.Р. Анализ коллекций суккулентных растений защищенного и открытого грунта Ботанического сада ИББМ ННГУ .....	89

Носатенко О.Ю. Коллекция суккулентов открытого грунта Полярно-Альпийского Ботанического Сада-Института . . . . .	94
Озерова Л.В. Рихтерсфельд (ЮАР) – суккулентный рай . . . . .	100
Озерова Л.В. Коллекция суккулентов ГБС РАН как объект научных исследований . . . . .	106
Орлов Н.М. Эпифитные суккуленты и САМ-фотосинтез . . . . .	110
Панкин В.Х. Суккулентная флора Кубы: заповедники и национальные парки . . . . .	114
Перегудов А.Б., Озерова Л.В. Роль интродукции мадагаскарский видов алоэ в современной экономике декоративного цветоводства. <i>Aloe rauchii</i> : из природы – в каждый дом! . . . . .	120
Плетнев В.И., Волков А.В., миронова О.Ю., морозов Я.А. Применение гидрофильного пено-стекла GROWPLANT в растениеводстве . . . . .	122
Полякова Д.М., Хапкина А.В., Ягольник Е.А. Биохимические особенности алоэ древовидного ( <i>Aloe arborescens</i> Mill.) . . . . .	125
Пшеничкина Ю.А., Томошевич М.А., Банаев Е.В. Суккуленты как элемент «Тактильного сада» . . . . .	129
Романова Е.Л. Коллекция представителей рода <i>Selenicereus</i> (A. Berger) Britton & Rose в Ботаническом саду Петра Великого. 200 Лет в культуре . . . . .	134
Саодатова Р.З. Представители семейства Crassulaceae J.St.-Hil. на экспозиции флоры Восточной Европы ГБС РАН . . . . .	139
Соколова В.В. Представители рода <i>Sedum</i> L. экспозиции Кавказа Главного Ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН . . . . .	146
Федотов А.П., Тимонин А.К. В поисках морфологического края: геометрический подход к определению фациальности листа у суккулентов из рода <i>Curio</i> P.V.Heath (Asteraceae) . . . . .	150
Чичканова Е.С., Шевчук О.М., Бакова Н.Н., Палий А.Е. Перспектива применения гидролата алоэ вера ( <i>Aloe vera</i> L.), как природного тоника . . . . .	155
Чичканова Е.С., Максимов А.П. Культивирование представителей рода <i>Agave</i> L. в условиях Южного Берега Крыма . . . . .	161
Чуб В.В. САМ-метаболизм как биохимическая адаптация к аридным условиям . . . . .	167
Шлапакова Т.Г. Подбор молекулярных маркеров iPBS для исследования генетического разнообразия представителей рода <i>Turbincarpus</i> (Backbg.) Vixb.&Backbg. . . . .	173
Шумигай Д.Г. Оранжерейная коллекция суккулентов учебного ботанического сада им. А.Г.Генкеля . . . . .	177
Янков Н.В., Рогалева Н.О. Коллекция суккулентов Ботанического сада Самарского Университета . . . . .	182
Яхтанигова Ж.М., Кулишова И.В. Изучение суккулентов в Белгородской области . . . . .	187

## CONTENTS

Preface . . . . .	9
Alyonkin V.Yu. The collection of xerophytic Bromeliaceae Juss. in the Botanical Garden of M.V. Lomonosov Moscow State University . . . . .	10
Bagrikova N.A., Golubkina N.A., Naumenko T.S. Antioxidant status of <i>Opuntia</i> (Tourn.) Mill., naturalized in the Crimea . . . . .	21
Bubyreva V.A., Romanova E.L. On the anniversary of the first book about the Cactus culture in the USSR . . . . .	26
Viracheva L.L., Ivanova L.A. Collection of succulent greenhouses of the Polar-Alpine Botanical Garden . . . . .	31
Vladimirova Yu.V., Nusinova A.V., Tikhonova O.V. The use of succulent plants to create compositions of open ground on the example of the Garden Exhibition «Tree of Life», presented at the VI Festival of Historical Gardens in «Tsaritsyno» . . . . .	37
Volkov A.V. Some aspects of the succulent plant business . . . . .	44
Volkova V.V. Current state of collection of succulents and <i>Cacti</i> in Stavropol Botanical Garden . . . . .	51
Zhegulova I.V., Ignatova M.A. The current state and prospects for the development of the exposition «Plants of Arid Zones of the Earth» in the Botanical Garden of Southern Federal University . . . . .	56
Zagumenny R.A., Nikolaeva A.V. The collection of plants of the Crassulaceae J.St.-Hil. family in the greenhouse complex of Donetsk Botanical Garden . . . . .	60
Kosmalkaya E.S., Chertovich V.N. Collection of succulent plants of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus . . . . .	65
Karakaytis D.Yu., Lisina T.N., Volkov A.V., Mironova O.Yu. The practice of using Russian Led Lamps in greenhouses and botanical gardens . . . . .	69
Lapshin P.V. Collection of succulent plants of the K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology RAS, Moscow . . . . .	74
Lapshin P.V. The history of the Cactus Club Movement in Russia: V. M. Serovaisky . . . . .	76
Melnikov P.P. Cacti and other succulents in philately . . . . .	78
Mironova O.Yu. Biotechnology of succulents . . . . .	82
Morozov Ya.A. Selection of optimal substrates for succulent plants of the different groups in the greenhouse conditions of Botanical Garden of M.V.Lomonosov Moscow State University . . . . .	86
Nefedov D.A., Khrynova T.R. Analysis of collections of succulent plants in the indoor and outdoor soil of the IBBM UNN Botanical Garden . . . . .	89
Nosatenko O.Y. Open ground succulent collection of the Polar-Alpine Botanical Garden-Institute . . . . .	94

<b>Ozerova L.V.</b> Richtersfeld (South Africa) – a succulent paradise .....	100
<b>Ozerova L.V.</b> Collection of succulents of the Main Botanical Garden RAS as an object of scientific research .....	106
<b>Orlov N.M.</b> Epiphytic succulents and CAM-photosynthesis .....	112
<b>Pankin V.H.</b> Succulent flora of Cuba: Reserves and National Parks .....	114
<b>Peregudov A.B., Ozerova L.V.</b> Introduction of Madagascar Aloe species in the modern economy of ornamental floriculture. <i>Aloe rauhii</i> : from nature – to every house! .....	120
<b>Pletnev V.I., Volkov A.V., Mironova O.Yu., Morozov Ya.A.</b> Applications of hydrophilic foam Glass Growplant in crop production .....	122
<b>Polyakova D.M., Khapkina A.V., Yagolnik E.A.</b> Biochemical features of <i>Aloe arborescens</i> Mill. ....	125
<b>Pshenichkina Yu.A., Tomoshevich M.A., Banaev E.V.</b> Succulents as an element of the «Tactile Garden» .....	129
<b>Romanova E.L.</b> Collection of representatives of the genus <i>Selenicereus</i> (A. Berger) Britton & Rose in the Peter The Great Botanical Garden: 200 years in culture .....	134
<b>Saodatova R.Z.</b> Representatives of the Crassulaceae J.St.-Hil. family on the Eastern Europe flora exposition of MBG RAS .....	139
<b>Sokolova V.V.</b> Representatives of genus <i>Sedum</i> L. in the Caucasus collection of N.V. Tsitsin Main Botanical Garden RAS .....	146
<b>Fedotov A.P., Timonin A.C.</b> In search of a morphological edge: A geometric approach to determining leaf faciality in succulents of the genus <i>Curio</i> P.V.Heath (Asteraceae) .....	150
<b>Chichkanova E.S., Sataeva T.P., Shevchuk O.M., Bakova N.N., Paliy A.E., Fedotova I.A., Melkozerova E.A.</b> The prospect of using <i>Aloe vera</i> L. hydrolate as a natural tonic .....	155
<b>Chichkanova E.S., Maksimov A.P.</b> Cultivation of representatives of the genus <i>Agave</i> L. in the conditions of the South Coast of Crimea .....	161
<b>Choob V.V.</b> CAM-metabolism as a biochemical adaptation to arid conditions .....	167
<b>Shlapakova T.G.</b> Selection of molecular markers iPBS for the study of genetic diversity of representatives of the genus <i>Turbinicarpus</i> (Backbg.) Buxb. & Backbg .....	173
<b>Shumigai D.G.</b> Greenhouse collection of succulents of the Botanical Garden of Perm State University .....	177
<b>Yankov N.V., Roruleva N.O.</b> Succulent collection of the Botanical Garden of Samara University .....	182
<b>Yakhtanigova Zh.M., Kulishova I.V.</b> Study of succulents in the Belgorod Region. ....	187

## ПРЕДИСЛОВИЕ

### PREFACE

Традиция периодически проводить обобщение результатов исследований по различным темам ботанической науки имеет давнюю историю. В 1937 году вышел первый выпуск «Трудов Ботанического сада МГУ». До 1948 года было издано 6 выпусков. Настоящее издание – VII выпуск – имеет целью продолжить эту традицию и посвящено суккулентным растениям. В сборник вошли материалы, присланные участниками конференции «Роль коллекций в сохранении биоразнообразия суккулентных растений *ex situ*», организованной НОЦ – Ботанический сад МГУ совместно с Московским обществом испытателей природы (секция кактусов). Конференция проходила в г. Москве с 16 по 20 октября 2023 г. Тематика статей охватила вопросы взаимодействия ботанических садов России и стран Ближнего Зарубежья, коллекционеров, увлеченных людей, производителей светотехники и субстратов. В ходе работы обсуждались проблемы и перспективы сохранения и обмена растений, экспедиции в сложившейся ситуации с ограничениями некоторых стран на ввоз и вывоз растений, рассмотрены агротехнологии, биохимические и физиологические аспекты биологии некоторых суккулентных растений.

Стоит отметить, что последняя конференция «Биологическое разнообразие и интродукция суккулентов», посвященная этой экологической группе растений, прошла в Санкт-Петербурге в 2004 году. Таким образом, в VII выпуске «Трудов НОЦ – Ботанического сада МГУ» отражен без малого двадцатилетний период исследований в этой области.

Оргкомитет выражает благодарность партнёрам и спонсорам конференции: ООО «АйСиЭм Гласс Калуга» за предоставление образцов пено-стекла как субстратов для суккулентов, ООО Группа компаний «Световые и электрические технологии» за предоставление светодиодных светильников ECOLED-BIO, ТМ «Uniel» и НИЦЭР «ЭКЗОБИО» за помощь в организации конференции. Конференция прошла в рамках мероприятий, посвящённых празднованию 270-летия Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

*Оргкомитет*

**КОЛЛЕКЦИЯ КСЕРОФИТНЫХ  
БРОМЕЛИЕВЫХ (BROMELIACEAE JUSS.) В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ МГУ**

Виталий Юрьевич АЛЁНКИН

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова*

*Биологический факультет*

*НОЦ – Ботанический сад МГУ «Аптекарский огород», г. Москва, Россия*

*e-mail: boraginaceae@mail.ru*

**THE COLLECTION OF XEROPHYTIC BROMELIACEAE JUSS. IN THE BOTANICAL  
GARDEN OF M.V.LOMONOSOV MOSCOW STATE UNIVERSITY**

Vitaly Yu. ALYONKIN

*The Botanical Garden of the Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

**Аннотация.** Фонд тропических растений Ботанического сада МГУ «Аптекарский огород» насчитывает около 1700 наименований, в их числе одна из старейших и крупнейших на территории России и наиболее разнообразная по видовому составу коллекция бромелиевых. В настоящее время она представлена 43 родами и 686 видами, разновидностями и гибридами, относящихся к 7 из 8 существующих подсемейств крупнейшего семейства тропических однодольных – Bromeliaceae Juss. За последние 9 лет фонд бромелиевых существенно пополнился ксерофитными представителями, значительно расширившими географическую и экологическую составляющую коллекции. В целом таксономическое разнообразие коллекции охватывает практически все климатические пояса Центральной и Южной Америки, демонстрируя огромный спектр жизненных форм по отношению к биотическим и абиотическим факторам окружающей среды. Это дает возможность широкому применению бромелиевых как в научной деятельности ботанического сада, так и просветительской.

**Ключевые слова:** Bromeliaceae, *Puya*, *Hechtia*, ксерофит, суккулент, среда обитания, адаптация, коллекция, Бразилия, Южная Америка.

**Abstract.** The collection of tropical plants of the Botanical Garden of Moscow State University "Apothecaries' Garden" contains about 1,700 items, including one of the oldest and largest collections of bromeliads in Russia and the most diverse in species composition. Currently, it is represented by 43 genera and 686 species, varieties and hybrids belonging to 7 of the 8 existing subfamilies of the largest family of tropical monocots - Bromeliaceae Juss. For 9 years, the bromeliad collection has been significantly replenished with xerophytic representatives, who have expanded the geographical and ecological component of the collection. The taxonomic diversity of the collection includes all climatic zones of Central and South America, demonstrating a wide range of life forms in relation to biotic and abiotic environmental factors. This makes it possible to widely use the bromeliad collection both in the scientific activities of the botanical garden and educational.

**Keywords:** *Bromeliaceae*, *Puya*, *Hechtia*, xerophyte, succulent, habitat, adaptation, collection, Brazil, South America.

Более трех столетий Ботанический сад МГУ является важной базой ботанического образования в Московском университете, а созданные в нем экспозиции и бережно хранимые коллекции растений служат материальной основой для научной и культурно-просветительской деятельности, популяризации растениеводства среди населения. Особую роль в этом процессе играет коллекционный фонд тропических культур закрытого грунта, который в 2023 году насчитывает около 1700 наименований растений, представленных 550 родами и 75 семействами. В последнее десятилетие существенно пополнилось видовое разнообразие представителей семейства бромелиевых наряду с коллекциями ароидных, геснериевых, прибрежно-водных и водных растений, насекомых и папоротников. Этому способствовало несколько факторов.

Во-первых, бромелиевые одно из крупнейших семейств тропических однодольных после орхидных, злаков и осоковых, насчитывающее 3755 видов и 82 рода (Butcher, Gouda, 2023). Область их распространения ограничена исключительно Неотропическим регионом (Новым Светом), за исключением *Pitcairnia feliciana* A.Chev. из ЮЗ Африки (Porembski, Barthlott, 1999). При этом подавляющее большинство представителей Bromeliaceae встречается в Бразилии – крупнейшем государстве Латинской Америки. И, хотя, большую часть этой страны занимает сельва Амазонки, центром биоразнообразия и эндемизма бромелиевых является Атлантический лес (Мата), склоны Анд, область древнего Гвианского нагорья, а также возвышенности, плато и холмистые равнины государств Центральной Америки (Zizka et al., 2019).

Во-вторых, в ходе многовековой эволюции бромелиевые как никакая другая группа в растительном царстве достигла вершины совершенствования приспособительных черт внешней и внутренней организации к разнообразнейшим условиям окружающей среды и способам использования её ресурсов (Benzing, 2000). Благодаря своей морфологической и экологической пластичности бромелиевые обладают большим разнообразием жизненных форм и экологических групп. Среди них есть наземные, литофитные, эпифитные и полуэпифитные (в том числе резервуарные) растения, а также аэрофитные или атмосферные – крайняя форма эпифитизма, при которой поглощение воды из дождя и тумана осуществляется с помощью специализированных структур (трихом) на поверхности вегетативных органов. В постоянно влаж-

ных лесах нашли себе убежище травянистые мезофиты и сциофиты, в засушливых – ксерофиты и гелиофиты – преимущественно листовые суккуленты, с фотосинтезом типа САМ, на океанических побережьях – светолубивые псаммофиты, в высокогорьях на олиготрофных почвах – психрофиты – плотоядные бромелиевые. Все это многообразие растений обладает своим набором морфофизиологических приспособлений, помогающих им выживать в каждом конкретном биотопе и успешно конкурировать за ресурсы.

В-третьих, бромелиевые являются важным компонентом тропических экосистем, поскольку необходимы для выживания многих видов животных (перепончатокрылых, членистоногих, амфибий, рептилий, и даже млекопитающих), предоставляя им жилье, воду и питательные вещества (Benzing, 1990).

До недавнего времени ксерофитные представители бромелиевых слабо были представлены в коллекции: даже в суккулентном отделении значились единицы. Между тем они составляют если не большую, то значительную часть от всего разнообразия семейства. Они широко распространены в трех тропических регионах Южной Америки: Гран Чако, Серрадо и Каатинга. Первые два представлены саванновой растительностью Аргентины и Бразилии, а последние два ассоциированы исключительно с Бразильским нагорьем, где Каатинга являет собой листопадное редколесье. Кроме того, ксерофитные Bromeliaceae встречаются также в пустынных и горных областях отдельных государств Центральной Америки, Мексике и Вест-Индии. Представители родов *Fascicularia* Mez, *Greigia* Regel и *Ochagavia* Phil. дальше всех продвинулись на юг южноамериканского континента, обосновавшись в вечнозеленых широколиственных и склерофильных Чилийских лесах. Таким образом, можно наблюдать наличие ксерофитных бромелиевых почти во всех климатических поясах западного полушария, от экваториального, субэкваториального и тропического до субтропического и умеренного в Чили и Аргентине.

Среди ксерофитных Bromeliaceae большое число высокодекоративных растений, пригодных для содержания в домашних условиях. Их можно с успехом использовать для иллюстрации ярких приспособительных реакций к суровым условиям окружающей среды, отраженных в их морфологии и анатомии; колючие жесткие суккулентные или склероморфные листья, вла-

гонакапливающие и влагосберегающие укороченные мясистые стебли, компактные розетки листьев формирующие своеобразный резервуар (цистерну) для сбора и хранения воды, покров из трихом и воскового налёта на вегетативных и генеративных органах, наличие погруженных устьиц, многослойная гиподерма в листьях, заметная склерификация тканей вегетативных органов, особенности строения проводящей системы стеблей, листьев и корней и т.д.

Источниками пополнения коллекционного фонда бромелиевых аридных и высокогорных мест обитания являлись, как это ни странно, не ботанические сады России, в которых они практически не представлены, а любители. Первые образцы были любезно предоставлены в 2014 году коллекционером из г. Черкассы (Украина). В дар ботаническому саду передано 13 экземпляров в возрасте от 3 до 7 лет выращенных из семян, в их числе виды родов *Deuterocohnia* Mez, *Dyckia* Schult.f., *Hechtia* Klotzsch, *Puya* Molina. Последующие поступления были из зарубежных питомников – Европы, Бразилии, Таиланда и интернет-магазинов, а также материал, привезенный из экспедиций и командировок в национальные парки, заповедники, ботанические сады и естественные места произрастания ксерофитных бромелиевых (Коста-Рика, Эквадор, Чили, Боливия, Бразилия). Большинство материала получено в виде семян, реже – отростками, черенками и взрослыми растениями. Последнее крупное пополнение коллекции живыми растениями состоялось осенью 2021 года, когда появились редчайшие склерофильные цистерновые виды и гибриды *Hohenbergia* Schult. & Schult.f., межродовые гибриды ( $\times$  *Canmea* (Racine) C.Foster & M.B.Foster),  $\times$  *Hohenmea* (B.R.Silva & L.F.Sousa),  $\times$  *Hohenregelia*,  $\times$  *Sincoregelia*), а также много новых представителей родов *Deuterocohnia*, *Dyckia*, *Hechtia*, *Pitcairnia* L'Hér., *Aechmea* Ruiz & Pav., *Billbergia* Thunb., *Tillandsia* L. и *Wittmackia* Mez.

Названия видов приведены согласно WFO The World Flora Online (2023), система семейства Bromeliaceae дана по Givnish, Millam et al. (2007).

Коллекция Bromeliaceae Ботанического сада МГУ считается одной из старейших и наиболее полно представленной среди ботанических садов России. Первое упоминание об интродуцентах семейства бромелиевых датируется началом XIX века в издании «Hortus Mosquensis» под редакцией G.F. Hoffmann (1808); из 3594 таксонов открытого и закрытого грунта отмечается наличие



3-х наземных видов: *Bromelia ananas* L., *Pitcairnia angustifolia* (Sw.) Aiton и *P. bromeliifolia* L'Hér. До 2000-го года количество представителей Bromeliaceae не превышало 40 наименований. В период с 2013 по 2023 год коллекция заметно пополняется не только количественно, но и качественно. Число родов увеличивается более чем в 2 раза (с 18 до 43), видов – в 17 раз (с 40 до 686). В их числе появляются новые, ранее отсутствующие, экологические группы растений такие как галофиты, псаммофиты, реофиты, литофиты, типичные гелиофиты, ксерофиты (листовые суккуленты и склерофиты), психрофиты, олиготрофы, плотоядные заметно дополнившие коллекцию эпифитов и полуэпифитов влажнотропических лесов наземными и атмосферными (аэрофитами) жизненными формами высокогорий и аридных мест обитаний.

В настоящее время коллекция бромелиевых насчитывает 686 видов, из них 105 таксонов можно отнести к истинным ксерофитам (за исключением облигатных эпифитов и атмосферных тилландсий), что соответствует примерно 15% от общего количества. Коллекция ксерофитных бромелиевых относительно молодая. Её формирование началось в 2014 году, при этом 95% растений семенного происхождения, остальные 5% получены в виде дочерних побегов и черенков. В силу юного возраста многие виды еще ни разу не цвели, по этой причине около 30% ксерофитных бромелиевых нуждается в определении, другая часть в подтверждении правильности названий.

Таксономическое разнообразие коллекции ксерофитных бромелиевых охватывает 7 из 8 известных подсемейств и демонстрирует широкий ареал с разнообразными климатическими условиями. Больше всего ксерофитных бромелиевых встречается в подсемействах Puyoideae, Hechtioideae, Tillandsioideae, Pitcairnioideae и Bromelioideae. В таблице 1 представлена краткая информация о некоторых наиболее значимых коллекционных родах ксерофитных бромелиевых.

Эволюционные преобразования растений происходят под влиянием как абиотических, так и биотических факторов внешней среды. Как правило, особенности внутреннего строения вегетативных органов растений несут отпечаток приспособления сразу к нескольким факторам внешней среды. Поэтому ранжирование морфолого-анатомических признаков вегетативных органов растений по экологическим факторам, вызвавшим их появление,

всегда носит несколько условный характер (Тимонин, Нотов, 1993). Исходя из этого, нами были разделены бромелиевые на ксерофитные в узком и широком смысле.

Ксерофитные бромелиевые в узком смысле – преимущественно наземные растения с ярко выраженными ксероморфными признаками вегетативных органов (листовые суккуленты и склерофиты), произрастающие в аридных и высокогорных условиях с временным (сезонные тропические леса) или постоянным (пустыни и полупустыни, альтиплано) дефицитом влаги. К ним относим роды, полностью или частично представленные суккулентными видами: мексиканские эндемики *Hechtia*, южноамериканские *Dyckia*, *Puya*, *Neoglaziovia* Mez, *Ananas* Mill., *Bromelia* L., *Hohenbergia*, *Orthophytum* Beer, *Acanthostachys* Klotzsch, *Deuterocohnia* Mez и, пока еще отсутствующие в коллекции, *Encholirium* Mart. ex Schult. & Schult.f. и *Forzsea*. Из этой группы ксерофитов 70% встречается в северо-восточных штатах Бразилии (Баия, Минас-Жерайс и прибрежные Сержипе, Алагоас, Пернамбуко, Параиба) на территории древнего бразильского щита в засушливой каатинге, бразильской саванне Серрадо, а также Атлантическом лесу вдоль береговой линии океана. Остальные 30% ксерофитов населяют леса, редколесья, саванны Гран-Чако Боливии, Парагвая и Аргентины, пустыни и высокогорные андийские регионы Боливии, Чили, Перу, Эквадора, Колумбии и Венесуэлы, а также горную местность стран Центральной Америки и Вест-Индии.

Ксерофитные бромелиевые в широком смысле включают не только наземные формы (литофиты, петрофиты, псаммофиты, реофиты, галофиты), но и большую группу облигатных и факультативных эпифитов. Эпифитная среда обитания, даже во влажных вечнозеленых лесах, где часты дожди, представляет собой полувлажный микроклимат, в котором отсутствие влагоудерживающего субстрата ограничивает доступность атмосферной влаги в виде осадков являясь сдерживающим фактором для роста сосудистых растений (Reyes, Griffiths, 2009). Эпифитные бромелиевые демонстрируют множество разнообразных способов сбора и хранения воды для выживания в отрыве от земной поверхности (например, резервуары и водопоглощающие трихомы в виде пельтатных чешуек, запасующие основания укороченных побегов) (Benzing 1990). Перманентный дефицит влаги ввиду

климатических особенностей мест произрастания, а также её недостаток вследствие физиологической сухости, способствуют выработке ксероморфных черт организации вегетативных органов (значительная склерификация тканей листа, погруженные устьица, толстый слой кутикулы, многослойная водозапасающая гиподерма, увеличивающая толщину и жесткость листовых пластинок и др.). К расширенной группе ксерофитных бромелиевых нами были отнесены виды родов *Aechmea*, *Billbergia*, *Hylaeaicum*, *Cryptanthus* Otto & A.Dietr., *Hoplocryptanthus* (Mez) Leme, S.Heller & Zizka, *Tillandsia*, *Quesnelia* Gaudich., *Fosterella* L.B.Sm., *Pitcairnia*, *Fascicularia* Mez и *Ochagavia* Phil. Последние два рода габитуально (морфологически) очень схожи, оба являются эндемиками центрального и южного Чили и, по мнению A. Zizka et al. (1999), могут быть включены группу наземных или эпифитных бромелиевых с более или менее ксерофитными (суккулентными) листьями. Сюда же относится род *Greigia*, подавляющее большинство представителей которого являются психрофитами высокогорных парамо Венесуэлы, Колумбии и Эквадора, тогда как оторванные от основного ареала Чилийский виды *Greigia* являются ксерофитами влажных лесов умеренной зоны. Психрофиты *Puya dasylirioides*, *Brocchinia reducta*, *B. acuminata*, *Navia* являются обитателями холодных биотопов высокогорий и плато (например, парамо, столовые горы Тепуи), где величина осадков превышает испарение. Ксероморфизм психрофитов связан в основном с физиологической сухостью, которая обусловлена сильной кислотностью воды переувлажненного субстрата, её низкой температурой, затрудняющей всасывание корнями. Психрофитные *Brocchinia* Schult.f. являются одновременно и оксилофитами (растения олиготрофных сфагновых болот, приспособленных к малым концентрациям доступных форм органических и неорганических веществ и к периодической недоступности воды). Именно поэтому, виды рода *Brocchinia*, способные восполнять недостаток элементов минерального питания путем пассивной ловли насекомых, рассматриваются как плотоядные бромелиевые.

К психрофитам в экологическом отношении очень близки криофиты, их часто рассматривают и характеризуют вместе благодаря большому сходству морфологических и физиологических черт. Отличный пример криофитных бромелиевых с ксероморфными чертами организации — растени-

я-подушки из рода *Deuterocochnia* Mez, распространенные в Андах Боливии и Аргентины на высотах до 4000 м над уровнем моря.

Коллекция ксерофитных бромелиевых выращивается в одной оранжерее с другими представителями этого же семейства, здесь же расположена и коллекция папоротников. Это обстоятельство создает некоторые трудности культивирования обеих групп растений, приходится искать световой и температурно-влажностный компромисс для поддержания коллекционного фонда в надлежащем виде. Недавняя замена стеклянной кровли на монолитный поликарбонат существенно улучшила освещенность фондовой оранжереи папоротников и бромелиевых. Крупные образцы ксерофитных Bromeliaceae не имеют постоянно места в оранжерейном комплексе и каждый год после летнего пребывания на открытом воздухе заносятся на новое место, что отрицательно сказывается на их росте и развитии.

Большинство наземных ксерофитных бромелиевых выращивается в керамической и пластиковой посуде в грунте, максимально приближенном по своим характеристикам к местам их естественного произрастания. Основными компонентами такого субстрата является торф, гравий, цеолит, перлит, крупнозернистый речной песок, дерновая земля в различных пропорциях. Эпифитные представители – в подвесных кашпо и сетчатых пластиковых корзинках, в эпифитном субстрате из коры сосны, сфагнума, перлита, древесного угля и цеолита фракции от 2–5 мм.

Ежегодно с конца мая по середину сентября суккулентные бромелиевые культивируются на открытом воздухе в специально отведенной оранжерее, продуваемой с боков, но защищенной сверху поликарбонатом от осадков и прямых солнечных лучей. Во второй половине лета, если оно не дождливое, некоторые растения выставляются на стеллажи на открытое солнце. Растения положительно отзываются на суточный перепад температур воздуха, его естественную влажность. Подобная практика приносит положительные результаты, выражающиеся в формировании растений габитуса и размеров максимально приближенных к природным (крепкие укороченные листья, компактная розетка, увеличение антоциановых пигментов, отвечающих за яркую окраску), обильное цветение в вегетационный сезон и заложение генеративных почек для пышного цветения в зимний период.

Богатый видовой состав коллекционного фонда семейства Bromeliaceae в сочетании с широким спектром адаптивных признаков к условиям окружающей среды обитания позволяет использовать его представителей в просветительской деятельности сада, создавать тематические экспозиции для наглядной иллюстрации специальных курсов в школах и высших учебных заведениях.

#### Список литературы

1. Тимонин А.К., Нотов А.А. Большой практикум по экологической анатомии покрытосеменных растений. – Тверь, 1993. Изд-во Твер. ун-та, Ч. 1. Лист. 1-106. Ч. 2. Осевые органы. 107-184.
2. Шенников А. П. Экология растений. – М., 1950. – С. 151.
3. Benzing D. H. Vascular epiphytes: general biology and associated biota. Cambridge University Press. – New York, 1990. – 354 p.
4. Benzing D.H. Bromeliaceae: profile an adaptive radiation. Cambridge University Press. – Cambridge, 2000. – 690 p.
5. Butcher D, Gouda E. The new bromeliad taxon list. Utrecht: The Netherlands: University Botanic Gardens. – URL: <https://bromeliad.nl/taxonList.php> (дата обращения: 21.09.2023)
6. Givnich, T.J. Millam, K.C., Berry, P.E., Sytsma, K.J. Phylogeny, adaptive radiation, and historical biogeography of Bromeliaceae inferred from ndhF sequence data. Aliso 23, - Rancho Santa Ana Botanic Garden, 2007. – P. 3-26.
7. Hoffmann G.F. Hortus Mosquensis. Enumeratio plantarum et index seminum Horti botanici Mosquensis. – М., 1808. – 50 p. Гофман Г.Ф. «Московский сад. Каталог растений и семян Московского ботанического сада».
8. WFO The World Flora Online сайт. – URL: <https://www.worldfloraonline.org/> (дата обращения: 21.09.2023).
9. Porembski S., Barthlott W. Pitcairnia feliciana: the only indigenous African bromeliad // Harvard Papers in Botany. – 1999, Vol. 4, № 1. – P. 175–184.
10. Reyes G., Griffiths H. Ecophysiological Studies of perennials of the Bromeliaceae family In a dry forest: strategies for survival / Perspectives in Biophysical Plant Ecophysiology: A Tribute to Park S. Nobel. Universidad Nacional Autónoma de México, – 2009, Chapter 5. – P. 121–151.
11. Zizka A. et al. Revision of the genus Fascicularia Mez (Bromeliaceae) / Botanical Journal of the Linnean Society. – 1999, Vol. 129, № 4. – P. 315-332.
12. Zizka A. et al. Biogeography and conservation status of the pineapple family (Bromeliaceae) // Diversity and Distributions. A Journal of Conservation Biogeography. – 2019. – P. 183–195.

Табл. 1. Краткая информация о коллекции некоторых ксерофитных бромелиевых

Род	Подсемейство	Экогруппа по отношению к влаге	Экогруппа по способу произрастания	Тип розетки листьев	Место обитания	Экосистема	Выс. над ур. моря, ареал
<i>Acanthostachys</i> 2 (3) *	Bromelioideae	суккулент	наземн/ эпифит	бесцистерновыи	сухо	Леса, Серрадо, Гран-Чаю	700-800 м, В. Бразилия, Парагвай, С-В. Аргентина
<i>Ananas</i> 2 (2)	Bromelioideae	суккулент	наземн	промежуточный	умеренно сухо	Леса, Серрадо, Гран-Чаю	300-1400 м, Эвадор, Боливия, Ю. Бразилия, Парагвай, Аргентина
<i>Araeococcus</i> 1 (9)	Bromelioideae	ксерофит	эпифит	промежуточный	влажно	Леса, Серрадо	150-240 м, от Ю-В. Колумбии до Парагвая, Бразилия
<i>Broschinia</i> 3 (20)	Broschinioideae	психрофит	наземн/ литофит/ эпифит	цистерновый	влажно	Гвианское нагорье (Телуи)	500-2900 м, Телуи, Венесуэла, С. Бразилия и Колумбия
<i>Bromelia</i> 7 (56)	Bromelioideae	суккулент	наземн	промежуточный	сухо	Серрадо, Гран-Чаю, Каатинга, Пампа	0-1800м, Мексика, Ц. и Юж. Америка
<i>Deuterocohnia</i> 6 (18)	Pitcairnioideae	суккулент	наземн	бесцистерновыи	сухо	Анды	150-3000 м, Перу, Боливия, Аргентина, Парагвай
<i>Dyckia</i> 14 (130)	Pitcairnioideae	ксерофит	наземн	бесцистерновыи	сухо	Каатинга, Гран-Чаю	0-1250 м, Бразилия, Уругвай
<i>Fascicularia</i> 1 (1)	Bromelioideae	ксеромезофит	наземн/ литофит	промежуточный	умеренно	Скальные побережья субтропической и умеренной зон	0-75 м, Чили
<i>Greigia</i> 2 (33)	Bromelioideae	ксеромезофит	наземн	промежуточный	умеренно	Вечнозеленые леса умеренной зоны (Вальдивские леса)	0-600 м, Чили

Табл. 1. Краткая информация о коллекции некоторых ксерофитных бромелиевых (продолжение)

<i>Hechtia</i> 21 (75)	Hechtioideae	суккулент	наземно	бесцистернов- вый	сухо	Пустынные и се- зонно засушливые регионы	60-2500 м, Мексика
<i>Hohenbergia</i> 24 (56)	Bromelioideae	склерофит/ псаммофит	наземно/ эпифит	цистерновый	сухо	Серрадо, Каатинга	0-1600 м, Бразилия
<i>Neoglaziovia</i> 1 (3)	Bromelioideae	суккулент	наземно	бесцистерно- вый	сухо	Каатинга	С-В. Бразилия
<i>Ochagavia</i> 1 (4)	Bromelioideae	ксерофит	наземно	промежуточный	умеренно	Склерофильный лес субтропической зоны	50-1080 м, побережье Центр. Чили
<i>Orthophytum</i> 5 (53)	Bromelioideae	суккулент	наземно	промежуточный	сухо	Каатинга	250-700 м, Бразилия
<i>Puya</i> 15 (226)	Puyoideae	ксерофит/ пиксирофит	наземно	бесцистерно- вый	сухо влажно	Анды	0-4050 м, Анды Юж. и Центр. Америки

\* Число после рода обозначает количество таксонов в коллекции, в скобках – всего известных науке видов

УДК 634.775.4+581.19 (477.75)

**АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС НАТУРАЛИЗОВАВШИХСЯ В КРЫМУ  
ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *OPUNTIA* (TOURN.) MILL.**

Наталья Александровна БАГРИКОВА<sup>1</sup>, Надежда Александровна ГОЛУБКИНА<sup>2</sup>,  
Татьяна Сергеевна НАУМЕНКО<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Ялта

<sup>2</sup> Федеральный научный центр овощеводства, Московская обл.

e-mail: nbagrik@mail.ru

ANTIOXIDANT STATUS OF *OPUNTIA*(TOURN.) MILL., NATURALIZED  
IN THE CRIMEA

Natalia A. BAGRIKOVA<sup>1</sup>, Nadezhda A. GOLUBKINA<sup>2</sup>, Tanyana S. NAUMENKO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nikita Botanic Gardens – National scientific Center of RAS, Yalta

<sup>2</sup> Federal Scientific Vegetable Center, Moscow region

**Аннотация.** Представители рода *Opuntia* широко используются в пищевой промышленности и традиционной медицине, отличаются высокими адаптационными способностями к неблагоприятным условиям окружающей среды. Впервые проведена оценка антиоксидантного статуса 6 представителей рода *Opuntia*, натурализовавшихся на территории Крымского полуострова. Показана взаимосвязь между общей антиоксидантной активностью, содержанием полифенолов, пролина, моносахаров и селена. Установлена взаимосвязь указанных показателей с накоплением малонового диальдегида.

**Ключевые слова:** опунция, антиоксиданты, Крымский полуостров

**Abstract.** Representatives of the genus *Opuntia* are widely used in the food industry and traditional medicine and are notable for their high adaptability to adverse environmental conditions. The antioxidant status of 6 representatives of the genus *Opuntia* naturalized in the territory of the Crimean Peninsula was evaluated for the first time. A relationship between the components of total antioxidant activity, the content of polyphenols, proline, monosaccharides and selenium was shown. The correlation between these indicators and accumulation of malonic dialdehyde was established.

**Keywords:** *Opuntia*, antioxidants, Crimean peninsula

**Введение.** Род *Opuntia* Mill. является одним из крупнейших в семействе Сactaceae Juss., включает по данным разных авторов от 90 до 250 видов. Представители рода произрастают в естественном ареале в засушливых и полусушливых районах Южной и Северной Америки, Мексика, Западной Индии, Галапагосских островов и др., широко используются как декоративные, пищевые, лекарственные растения. Благодаря богатому химическому составу опунция проявляет антиоксидантные, противораковые, кардиопротекторные, антидиабетические и нейропротекторные свойства.

Высокое содержание антиоксидантов, включая феруловую кислоту, рутин, изорамнетин, а также бетлаиновые пигменты и бета-каротин в плодах, пищевые волокна, полисахариды, пектин, белки и значительное количество минеральных веществ в кладодиях делает опунции уникальным источником биологически активных соединений для человека. Отличительной особенностью опунций является их высокая устойчивость к неблагоприятным условиям окружающей среды: дефициту влаги, засухе, повышенной радиации и высоким температурам, а также к дефициту питательных веществ в почве (Barba et al., 2020; Ramadan et al., 2021; Martins et al., 2023).

Природные условия Крымского полуострова благоприятны для натурализации многих видов растений, среди которых выделяются суккуленты, относящиеся к семействам Cactaceae, Crassulaceae. Восемь представителей рода *Opuntia* адаптировались к условиям вторичного ареала в Крыму. Из них *O. humifusa* (Raf.) Raf. - наиболее распространенный вид, отмечается во всех природных зонах полуострова, *O. engelmannii* Salm-Dyck var. *lindheimeri* (Engelm.) U. Guzman & Mandujano широко распространена на Южном берегу Крыма, *O. fragilis* (Nutt.) Haw., *O. macrorhiza* Engelm., *O. polyacantha* Haw. имеют локальное распространение на южном берегу Крыма, а *O. phaeacantha* Engelm. f. *rubra* Späth. натурализовалась только в юго-восточной части полуострова на территории Карадагского природного заповедника и его окрестностей (Багрикова, Перминова, 2022).

Уровень защиты растительного организма от оксидантного стресса отражают многие биохимические показатели. Интегральным показателем антиоксидантного статуса растения является общая антиоксидантная активность. Малоновый альдегид (МДА) является важнейшей характеристикой уровня перекисного окисления липидов. Пролин защищает растения от различного вида стрессов и способствует более быстрой регенерации после воздействия стресса (Dag et al., 2016). Полифенолы являются наиболее мощными антиоксидантами растений (Голубкина и др., 2020). Сахара влияют на все стадии жизненного цикла растений, взаимодействуют с сигнальными молекулами, контролируют рост и развитие растений, повышают иммунитет (Jeandot et al., 2022). Кроме того, значительную роль в антиоксидантной защите растений играет микроэлемент селен (Голубкина, Папазян, 2006).

**Материалы и методы.** На основании анализа образцов шести натурализовавшихся в Крыму представителей рода *Opuntia*, собранных в 2022 г., дана оценка антиоксидантного статуса и выявлена адаптационная способность представителей рода *Opuntia* к условиям произрастания во вторичном ареале на территории Крымского полуострова. Антиоксидантный статус растений (общая антиоксидантная активность, содержание полифенолов и селена) устанавливали по общепринятым методикам на сухом материале (Голубкина и др., 2020), содержание водорастворимого белка – по Брэдфорду (Bradford, 1976), малонового диальдегида – колориметрически (Heath, Parker, 1968), пролина – с использованием нингидрина (Ábrahám et al., 2010). Статистическая обработка выполнена с использованием программы MS Excel 10.

**Результаты.** Проведенный биохимический анализ выявил значительные межвидовые различия в содержании всех показателей антиоксидантной защиты, а также взаимосвязь между ними (табл. 1, рис. 1).

Максимальное количество малонового диальдегида выявлено у *O. phae-*

Табл. 1. Биохимические показатели опунций, натурализовавшихся в Крыму

Характеристики	Изученные виды					
	<i>O. phaeacantha</i> f. <i>rubra</i>	<i>O. fragilis</i>	<i>O. macrorhiza</i>	<i>O. humifusa</i>	<i>O. polyacantha</i>	<i>O. engelmannii</i> var. <i>lindheimeri</i>
MDA, мкМ/г с.м.	0.490 a	0.413 a	0.285 b	0.244 bc	0.234 c	0.212 c
Pro, мг/г с.м.	0.91 b	0.69 c	0.91 b	1.44 a	1.30 a	1.40 a
AOA, мг-экв ГК/г с.м.	33.9 a	16.8 b	16.6 b	17.5 b	13.4 c	17.1 b
TP, мг-экв. ГК/г с.м.	20.0 a	10.0 b	11.7 b	10.2 b	10.6 b	12.4 b
Se, мкг/кг с.м.	105 c	102 c	132 b	143 b	149 b	176 a
WSP, мг/г с.м.	38.9 a	35.7 a	24.8 b	25.5 b	17.8 c	19.2 c
Моносахара (MS), %	9.4 c	12.0 b	8.1 c	16.0 a	14.3 b	14.2 b
Общий сахар, %	15.5 c	20.0 b	25.4 a	29.7 a	25.0 a	26.5 a
WSC, мг/кг с.м.	42.7 b	62.1 a	34.1 c	36.2 c	26.5 d	60.9 a
Нитраты, мг/кг с.м.	1.8 b	2.8 a	1.2 c	1.8 b	1.0 c	2.3 a

MDA – малоновый диальдегид, Pro – пролин, AOA – общая антиоксидантная активность, TP – общее содержание полифенолов, WSP – водорастворимый белок, WSC – водорастворимые соединения. Значения в рядах с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при P < 0,05.

*acantha f. rubra*, что может свидетельствовать как о сравнительно невысоком уровне антиоксидантной защиты этого вида, так и о более высоком содержании липидов. Также высоким содержанием МДА характеризуется *O. fragilis*, остальные исследованные виды и разновидности накапливали в среднем в 2 раза более низкие концентрации МДА (табл.). Показательно, что, несмотря на высокие уровни МДА, *O. phaeacantha f. rubra* накапливает максимальное количество полифенолов для поддержания адаптационного потенциала. Логично в связи с этим представляется обратная корреляция между уровнями накопления МДА и содержанием пролина (коэффициент корреляции составил  $r = -0.796$ ,  $P < 0.01$ ). Активное участие других компонентов антиоксидантной защиты опунции проявлялось в мощной отрицательной взаимосвязи МДА и селена ( $r = -0.905$ ,  $P < 0.01$ ), а также положительных взаимосвязях между пролином и селеном ( $r = +0.854$ ), пролином и моносахарами ( $r = +0.704$ ), общей антиоксидантной активности (ОАО) и уровнем накопления полифенола ( $r = +0.957$ ,  $P < 0.01$ ). Интересно, что содержание селена было обратно пропорционально накоплению водорастворимых белков ( $r = -0.910$ ), а содержание последних напрямую связано с накоплением малонового диальдегида ( $r = +0.962$ ). В целом сложные взаимосвязи между биохимическими показателями опунции могут быть представлены следующей схемой.

Более высокие значения содержания пролина, сахаров и селена у *O. humifusa*, *O. engelmannii* var. *lindheimeri* и *O. polyacantha* защищают растения от различного вида стрессов и способствуют более быстрому восстанов-

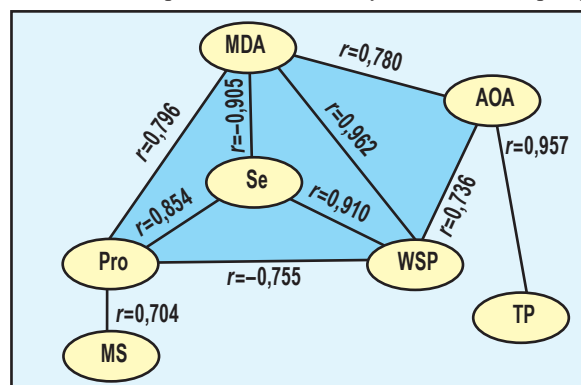


Рис. 1. Корреляционные взаимосвязи между биохимическими показателями натурализовавшихся в Крыму видов опунций

лению после негативного воздействия факторов среды.

**Заключение.** В результате проведенных исследований установлено, что наибольшие значения содержания пролина (1.40–1.44), сахаров (26.5–29.7) и селена (143–176) обуславливают более широкое распространение *O. humifusa*, *O. engelmannii* var. *lindheimeri* на территории Крымского полуострова, а также их внедрение в естественные сообщества. Полученные данные подтверждают заключение других авторов о влиянии значений биохимических показателей на антиоксидантную защиту растений и их адаптацию к условиям среды.

#### Список литературы

- Багрикова Н.А., Перминова Я.А. Характеристика и распространение натурализовавшихся в Крыму представителей рода *Opuntia* (Cactaceae) // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, 2022. – Т. 183. № 3. – С. 149-160. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-3-140-148>
- Голубкина Н.А., Кекина Е.Г., Молчанова А.В., Антошкина М.С., Надежкин С.М., Солдатенко А.В. Антиоксиданты растений и методы их определения. М. Инфра-М, 2020. – 181 с.
- Голубкина Н.А., Папазян Т.Т. Селен в питании. Растения, животные, человек. М.: Печатный город, 2006. – 254 с.
- Ábrahám E., Hourton-Cabassa C., Erdei L.; Szabados L. Methods for determination of proline in plants. // Methods in Molecular Biology, 2010. – P. 639. [https://doi.org/10.1007/978-1-60761-702-0\\_20](https://doi.org/10.1007/978-1-60761-702-0_20)
- Barba F.J., Garcia C., Fessard A., Munekatac P.E.S., Lorenzo J.M., Aboudiad A., Ouadiad A., Remize F. *Opuntia Ficus Indica* Edible Parts: A Food and Nutritional Security Perspective // Food Reviews International, 2020. – 1756844. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1756844>
- Bradford M.M. A rapid and sensitive for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // Analytical Biochemistry, 1976. – Vol. 7. – P. 248-254. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(76\)90527-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3)
- Dar M.I., Naikoo M.I., Rehman F., Naushin F., Khan F.A. Proline Accumulation in Plants: Roles in Stress Tolerance and Plant Development // Osmolytes and Plants Acclimation to Changing Environment: Emerging Omics Technologies. Springer, New Delhi, 2016. [https://doi.org/10.1007/978-81-322-2616-1\\_9](https://doi.org/10.1007/978-81-322-2616-1_9)
- Heath R.L.; Parker L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation // Arch. Biochem. Biophys, 1968. – Vol. 125. – P. 189-198.
- Jeandet P.; Formela-Lubońska M.; Labudda M.; Morkunas I. The Role of Sugars in Plant Responses to Stress and Their Regulatory Function during Development // Int. J. Mol. Sci., 2022. – Vol. 23. – 5161. <https://doi.org/10.3390/ijms23095161>
- Martins M., Ribeiro M.H., Almeida C.M.M. Physicochemical, nutritional, and medicinal properties of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. and its main ago-industrial use. A review // Plants, 2023 – Vol. 12. – 1512. <https://doi.org/10.3390/plants12071612>
- Ramadan M.F., Ayoub T.E.M., Rohn S. *Opuntia* spp.: Chemistry, bioactivity and industrial application. – Springer, 2021. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-78444-7>

УДК 58.007+929

## К ЮБИЛЕЮ ПЕРВОЙ КНИГИ О КУЛЬТУРЕ КАКТУСОВ В СССР

Валентина Александровна БУБЫРЕВА<sup>1</sup>, Евгения Леонидовна РОМАНОВА<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

<sup>2</sup>Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН (БИН РАН), Санкт-Петербург

e-mail: bubyreva@mail.ru

### ON THE ANNIVERSARY OF THE FIRST BOOK ABOUT THE CACTUS CULTURE IN THE USSR

Valentina A. Bubyreva<sup>1</sup>, Eugenia L. Romanova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Saint Petersburg State University, St. Petersburg

<sup>2</sup>Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences (BIN RAS), St. Petersburg

**Аннотация.** Статья посвящена юбилею – 70 лет выхода в свет первой в СССР книги о культуре кактусов «Кактусы и их культура в комнатных условиях» (Ленинград, 1953). Рассказывается о судьбе авторов книги: В.М. Дьяконове и Н.И. Курнакове. Прослеживается судьба кактусов, переданных в 1942 г., в годы блокады, из ботанического сада Ленинградского университета (ЛГУ) в ботанический сад Академии наук.

**Ключевые слова.** Кактусы, Санкт-Петербург, *Cactus*, ботанический сад.

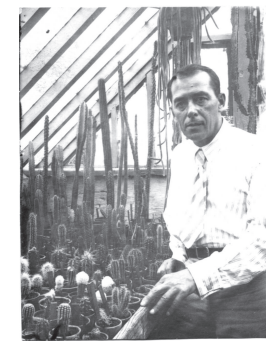
**Abstract.** The article is dedicated to the 70th anniversary of the publication of the first book in the USSR about the culture of cacti «Cacti and their culture in room conditions» (Leningrad, 1953). It tells about the fate of the authors of the book: V.M. Dyakonov and N.I. Kurnakov. The fate of cacti transferred in 1942 during the blockade from the botanical garden of the Leningrad University to the botanical garden of the Academy of Sciences is traced.

**Keywords.** *Cactus*, Saint-Petersburg, Botanical garden.

В 2023 году отмечается юбилей: 70 лет выхода в свет первой в СССР книги по кактусам «Кактусы и их культура в комнатных условиях». Сейчас, людям, знакомым с обилием литературы на любой вкус, трудно представить значимость выхода этой небольшой, совсем не толстой, 112 страниц, книги с черно-белыми иллюстрациями. Изданная не очень большим тиражом, всего 5000 экземпляров – для того времени более, чем скромно, она быстро стала библиографической редкостью. На обложке два имени: Всеволод Михайлович Дьяконов и Николай Иванович Курнаков. Немногие знали, что авторов уже нет в живых, но об этом было написано в предисловии Дмитрием Михайловичем Залесским (1910–1987), в то время директором Ботанического сада Ленинградского государственного университета, сыгравшего значительную роль в подготовке и выходе в свет этой книги.



Обложка книги «Кактусы и их культура в комнатных условиях»



Всеволод Михайлович Дьяконов



Николай Иванович Курнаков

Курнаков был известен, как специалист высочайшего уровня, работавший в Ботаническом саду БИН АН СССР. Он родился в 1883 г. в дер. Аряш Кузнецкого уезда Саратовской губ. (ныне Пензенская обл.). Первый опыт работы с растениями получил в питомнике Трирогова В.Г. (1834-1891) – крупного государственного деятеля, зятя Д.И. Менделеева, где работал с 1896 по 1900 г. С 1902 год по день смерти (1944) работал в Петербургском, а потом в Ленинградском ботаническом саду сначала садоводом, потом ученым-садоводом (с 1941). В годы Великой Отечественной войны оставался в саду, спасая богатейшие коллекции (Курнаков, 1946; Липшиц, 1952). Уже после его смерти вышла совместная книга с Н.В. Шипчинским «Комнатные растения» (1945).

О Дьяконове тоже было известно немного. Основные сведения заключались в некрологе, написанном через три года после его смерти А.П. Ильинским (1945), да в небольшой биографической заметке С.Ю. Липшица в словаре «Русские ботаники» (1950). В предисловии к книге Д.М. Залесский назвал В.М. Дьяконова «замечательным покойным любителем и в свое время лучшим знатоком кактусов в СССР, создавшим коллекцию кактусов Ботанического сада Ленинградского университета, где он работал до своей кончины (1942 г.)». Отмечалось, что книга создана «в содружестве с крупным мастером культуры кактусов, также покойным, ученым садоводом Н.И. Курнаковым, работавшим в Ботаническом саду Академии Наук СССР в Ленинграде». Справедливо заметим, что эта книга является вторым, дополненным, изда-

нием книги Дьяконова и Курнакова, напечатанной в 1936 году в Трудах Ботанического института Азербайджанского филиала АН СССР (Дьяконов, Курнаков, 1936). Первый вариант вышел крошечным тиражом 1200 экземпляров и был распределен по библиотекам научных учреждений страны, а потому иметь доступ к этому труду могли далеко не все интересующиеся кактусами. В новое издание была включена статья В.М. Дьяконова, посвященная систематическому обзору коллекции кактусов Ленинградского университета, написанная им в 1940 году. Кроме того, в новом издании появились оригинальные фотографии кактусов, сделанные самим Дьяконовым в ботанических садах ЛГУ и БИН. Рукопись статьи и фотографии предоставила вдова автора, Е.А. Дьяконова (1885–1954).

В.М. Дьяконов родился 23 мая (5 июня) 1898 году в семье профессора истории русского права Императорского Юрьевского университета, впоследствии академика, Михаила Александровича Дьяконова (1956–1919) в городе Юрьеве (современный Тарту, Эстония). Всего в семье Дьяконовых было пятеро детей: четыре сына и дочь. Единственный из всех братьев, Всеволод избрал не биологию, а экономику, и учился в Политехническом институте (1916–1924 гг.), но в 1926 году увлекся кактусами, и они всецело захватили его. Будучи состоявшимся и востребованным экономистом, автором многочисленных работ в этой области, он оставил все ради ботаники, ради растений. В 1941 году он поступил лаборантом на кафедру ботаники ЛГУ, учился, сдал два кандидатских экзамена. Война, начавшаяся в июне, изменила все планы. Затем блокада, тяжелая болезнь и эвакуация в Свердловск, где он скончался от туберкулеза (28 апреля 1942 г.).

Дьяконов инвентаризировал кактусы в оранжерее Ленинградского университета и в оранжерее Ботанического института АН СССР, да и дома у него была большая коллекция кактусов. В какой-то момент его коллекции стало тесно в квартире, и часть кактусов была передана в ЛГУ. Неизвестны подробности, но можно предположить, что с началом блокады и вся коллекция отправилась в университет. Имеются сведения, что в первую блокадную зиму топились одна из оранжерей ботанического сада. Вторая блокадная зима обещала быть более тяжелой, необходимо было спасать нежные растения. В Музее истории университета, в личном фонде Д.М. Залесского, со-

хранился уникальный документ: решение о передаче 319 видов дублетных (двойных) растений из Ботанического сада университета – Ботаническому саду АН. Число экземпляров превысило 400, почти половина из них – кактусы, остальные тропические и субтропические растения. Среди них: гинкго двулопастной (*Ginkgo biloba* L.), драцена широколистная (*Dracaena latifolia* Regel), фикус священный (*Ficus religiosa* L.), были и пальмы *Areca baueri* Hook., *Chamaerops fortunei* Hook., *Ch. humilis* L. Документ подписан со стороны университета директором сада Г.Г. Коломьцевым (1900–1974), с другой стороны выступал – директор Ботанического сада АН СССР Н.В. Шипчинский (1886–1955) – ботаник, выпускник Петербургского университета. Он знал ценность этих нежных растений и очень ими дорожил. Один сдал, другой принял. Сохранился единственный документ - Акт о передаче растений, составленный 16 октября 1942 года.

Сейчас (по данным инвентаризации на 16.01.2023) Коллекция растений аридных областей Земли Ботанического сада Петра Великого БИН РАН насчитывает 3903 экземпляра и 944 вида из семейства Састасеае, из них в фондовой оранжерее 3453 экз. и 884 вида кактусов, в экспозиционной оранжерее – 450 экз. и 191 вид. В сохранившемся списке Акта передачи от 16 октября 1942 года фигурируют 152 кактуса и 18 суккулентов из других семейств (*Asphodelaceae*, *Аросунасеае*, *Asparagaceae*, *Asteraceae*, *Euphorbiaceae*). На сегодняшний день в коллекции числятся 18 экземпляров кактусов и других суккулентов из этого списка. Всего кактусов и других суккулентов, переданных в 1942 году из ЛГУ, в коллекции БИНа сохранено 55 экземпляров. Не все таксоны, полученные в 1942 году, совпадают с дошедшим до нас списком передачи. Логично предположить, что передач было несколько, как минимум – две. К сожалению, не удалось разыскать подтверждающую документацию, но в Ботаническом саду БИН сохранились журналы учета и инвентаризации за 1945–46–47 гг. Из записей в этих журналах следует, что в 1942 году из Ботанического сада ЛГУ были получены и иные виды кактусов и других суккулентов, помимо перечисленных в сохранившемся списке.

Большая часть сохраненных растений содержится в фондовой оранжерее, закрытой для посетителей. Среди них можно выделить наиболее ценные кактусы, которые числятся в списках CITES, Ap. II, а некоторые име-



ют статус уязвимых и вымирающих видов (IUCN Red List): *Oroya peruviana* (K. Schum.) Britton et Rose, *Stenocactus vaupelianus* (Werderm.) F.M. Knuth., *Notocactus scopa* (Spreng.) Backeb., *Astrophytum ornatum* (DC.) Britton et Rose var. *glabrescens* (F.A.C.Weber) Frič, *Astrophytum ornatum* (DC.) Britton et Rose var. *mirbelii* (Lem.) Frič, *Echinocereus chloranthus* (Engelm.) J.N.Haage, *Gymnocalycium uruguayense* (Arechav.) Britton et Rose, *Gymnocalycium saglionis* (Cels) Britton et Rose.

В экспозиционной оранжерее содержатся 6 «университетских» кактусов и один миниатюрный африканский суккулент *Anacampseros rufescens* (Haw.) Sweet (Anacampserotaceae). Самые крупные кактусы высажены в грунт: *Neobuxbaumia euphorbioides* Buxb., *Neobuxbaumia polylopha* (DC.) Backeb., *Austrocylindropuntia subulata* (Muhlenpf.) Backeb. Это действительно большие, высотой 2–2,5 м, хорошо развитые и ежегодно цветущие растения. Как и у других, переживших блокаду кактусов-ветеранов, к их этикеткам прикреплены светло-зеленые ленточки медали «За оборону Ленинграда». Эти прекрасные растения не только украшают куртину «Мексиканское нагорье», но и являются живым памятником людям, которые их вырастили из семян в 1920–30-е годы и сохранили в годы ВОВ.

#### Список литературы

1. Дьяконов В.М., Курнаков Н.И. Кактусы и их культура в комнатных условиях. Тр. Бот. ин-та Азербайдж. фил. АН СССР. Т. II. 1936. С. 253-300.
2. Дьяконов В. М., Курнаков Н.И. Кактусы и их культура в комнатных условиях: В помощь любителям культуры растений. Л.: Изд-во Ленингр. гос. ун-та, 1953. 112 с.
3. Ильинский А.П. В.М. Дьяконов. Советская ботаника. 1945. Т. XII, № 4. С. 54.
4. Курнаков Н.И. Опыт восстановления коллекции кактусов и некоторых других тропических и субтропических растений, поврежденных зимой 1941-1942 гг. В кн. Сборн. науч. раб., выполненн. за три года Велик. Отеч. войны (1941-1943), Бот. ин-т им. Комарова АН СССР. 1946. С. 277-278.
5. Липшиц С.Ю. Русские ботаники. М.: Изд. Моск. о-ва испытателей природы, 1950. Т. 3. 488 с.
6. Липшиц С.Ю. Русские ботаники. М.: Изд. Моск. о-ва испытателей природы, 1952. Т. 4. 664 с.
7. Шипчинский Н.В., Курнаков Н.И. Комнатные растения. Практик. руководство по озеленению госпиталей, больниц, школ, клубов, красных уголков и др. комнатных помещений. Л.: Лениздат. 1945. 88с.

УДК 582.661.56:635.918 (470.21)

### КОЛЛЕКЦИЯ СУККУЛЕНТОВ ОРАНЖЕРЕИ ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

Любовь Леонидовна ВИРАЧЕВА, Любовь Андреевна ИВАНОВА

Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина КНЦ РАН, г. Анатумы Мурманской области,

e-mail: viracheva-ljubov@yandex.ru

### COLLECTION OF SUCCULENT GREENHOUSES OF THE POLAR-ALPINE BOTANICAL GARDEN

Lubov L. VIRACHEVA, Lubov A. IVANOVA

**Аннотация.** Дана характеристика коллекции суккулентов и ксерофитов в оранжерее Полярно-альпийского ботанического сада. Коллекция насчитывает 332 образца растений, относящихся к 270 видам из 80 родов 15 семейств. Среди них выделены группы однодольных (4 порядка) и двудольных (7 порядков) растений. Суккуленты оранжереи встречаются в 6 флористических царствах. В коллекции представлены следующие жизненные формы: деревья, кустарники, кустарнички и травы. Более половины растений цветут, 43 таксона дают семена, некоторые растения способны размножаться самосевом. Согласно списку МСОП 22 вида растений являются наиболее нуждающимися в охране.

**Ключевые слова:** Кольский полуостров, суккуленты, систематика, жизненные формы, редкие виды.

**Abstract.** The characteristic of the collection of succulents and xerophytes in the greenhouse of the Polar Alpine Botanical Garden is given. The collection includes 332 plant specimens belonging to 270 species from 80 genera of 15 families. Among them, groups of monocots (4 orders) and dicots (7 orders) are distinguished. Greenhouse succulents are found in 6 floristic kingdoms. The collection includes the following life forms: trees, shrubs, shrubs and herbs. More than half of the plants flower, 43 taxa produce seeds, some plants are able to propagate by self-sowing. According to the IUCN list, 22 plant species are the most in need of protection.

**Keywords:** Kola Peninsula, succulents, taxonomy, life forms, rare species

Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина Кольского научного центра РАН – самый северный в России, расположенных за Полярным кругом (67°38' с. ш. и 33°37' в. д.). В коллекциях открытого и закрытого грунта ПАБСИ собран уникальный генофонд мировой флоры – более 2400 видов, подвидов, разновидностей, форм и сортов. Коллекционный фонд тропических и субтропических растений в настоящее время включает 764 образца растений, относящихся к 752 таксонам (виды, разновидности, сорта) 612 видов 294 родов 103 семейств. Наибольшее внимание посетителей

Полярно-альпийского ботанического сада привлекает коллекция суккулентных растений, выделяющаяся среди других экспозиций необычными формами роста, а также красочным и обильным цветением в весенний период.

Интродукция растений в теплицах ПАБСИ начата в середине 50-х годов XX века (Козупеева, Лештаева, 1979). Объектом исследований является коллекция суккулентных растений. Источниками информации относительно разнообразия суккулентных растений послужили классические работы К. Бакеберга (1977) по кактусам и Г. Якобсена (1970) по другим суккулентным растениям. Оценивались таксономический состав видов (Angiosperm Phylogeny Group, 2016), их географическое распространение (Тахтаджян, 1978), жизненные формы (Васильева и Удалова, 2007; Смирнова, 1969, 1971) и степень нуждаемости в охране (The IUCN..., 20). Номенклатура таксонов растений приведена в соответствии с последними изменениями в классификации растений (The World Flora Online, 2023).

В настоящее время коллекция суккулентов Полярно-альпийского ботанического сада насчитывает 327 образцов растений, относящихся к 270 видам 80 родов 15 семейств, 32 растения являются таксонами внутривидового ранга (разновидности и сорта) (табл.).

**Таблица.** Таксономический и численный состав тропических и субтропических суккулентов в коллекции Полярно-альпийского ботанического сада

Семейство	Число родов	Число видов (таксонов внутривидового ранга)	Число образцов
Aizoaceae Rudolphi	7	14	14
Amaryllidaceae Jaume St.-Hil.	1	1	1
Anacampserotaceae Eggl & Nyffeler	1	1	1
Арсуняцевые Juss.	8	10 (1)	11
Арацеевые Juss.	1	1	1
Аспарагусовые Juss.	7	17 (6)	23
Асподеловые Juss.	4	24	24
Астровые Dum.	2	5	5
Бегониевые C.A. Agardh.	1	2	2

Bromeliaceae Juss.	1	1	1
Cactaceae Juss.	35	135 (19)	179
Commelinaceae R. Br.	2	2	2
Crassulaceae A. DC.	8	42 (4)	46
Euphorbiaceae Juss.	1	13 (2)	15
Piperaceae Giseke	1	2	2
<b>Всего: 15</b>	<b>80</b>	<b>270 (32)</b>	<b>327</b>

Согласно Системе APG IV (2016) растения делятся на 2 группы: однодольные и двудольные.

Однодольные растения относятся к 4 порядкам:

**1. Порядок Alismatales:** сем. Araceae (подсем. *Aroideae* – *Zamioculcas zamiifolia*).

**2. Порядок Asparagales:** сем. Asphodelaceae (подсем. *Asphodeloideae* – *Aloe*, *Astroloba*, *Gasteria*, *Haworthia*); сем. Amaryllidaceae (подсем. *Amarylloideae* – *Haemanthus albiflos*); сем. Asparagaceae (подсем. *Agavoideae* – *Agave*, *Furcraea*, *Manfreda*, *Yucca*; подсем. *Nolinoideae* – *Beaucarnea*, *Sansevieria*; подсем. *Scilloideae* – *Bowiea*).

**3. Порядок Commelinales:** сем. Commelinaceae (подсем. *Commelinoideae* – *Callisia navicularis*, *Cyanotis somaliensis*).

**4. Порядок Poales:** сем. Bromeliaceae (подсем. *Pitcairnioideae* – *Deuterocohnia brevifolia*).

Двудольные растения являются представителями 7 порядков:

**1. Порядок Piperales:** сем. Piperaceae (подсем. *Piperoideae* – *Peperomia*).

**2. Порядок Saxifragales:** сем. Crassulaceae (подсем. *Sempervivoideae* – *Monanthes*, *Aeonium*, *Sedum*, *Graptopetalum*, *Echeveria*, *Pachyphytum*, подсем. *Kalanchoideae* – *Kalanchoe*; подсем. *Crassuloideae* – *Crassula*).

**3. Порядок Cucurbitales:** сем. Begoniaceae C.A. Agardh. (*Begonia* L.)

**4. Порядок Malpighiales:** сем. Euphorbiaceae Juss. (подсем. *Euphorbioideae* Beilschm. – *Euphorbia* L.).

**5. Порядок Caryophyllales:** сем. Aizoaceae Rudolphi (подсем. *Mesembryanthemoideae* – *Mesembryanthemum* L.; подсем. *Ruschioideae* Schwantes – *Bergeranthus* Schwantes, *Corpuscularia* Schwantes, *Delosperma*

N.E. BR., *Dosanthemum* Schwantes, *Glottiphyllum* N.E. BR., *Oscularia* Schwantes); сем. Anacampserotaceae Eggl. & Nyffeler (*Anacampseros rufescens* (Haw.) Sweet); сем. Cactaceae Juss. (подсем. *Pereskioideae* Engelm. – *Pereskia* Mill.); подсем. *Opuntioideae* Burnett – *Austrocylindropuntia* Backeb., *Cylindropuntia* (Engelm.) F.M. Knuth, *Pereskopsis* Britton & Rose, *Brasilopuntia* (K. Schum.) A. Berger, *Opuntia* Mill.; подсем. *Cactoideae* Eaton:

триба *Cacteae* Rchb. – *Echinocactus* Link & Otto, *Ferocactus* Britton & Rose, *Lophophora* J.M. Coulter, *Mammillaria* Haw., *Thelocactus* (K. Schum.) Britton & Rose; триба *Cereeae* Salm-Dyck – *Cereus* Mill., *Pilosocereus* Byles & G.D. Rowley; триба *Hylocereeae* Buxb. – *Aporocactus* Lem., *Disocactus* Lindl., *Epiphyllum* Haw., *Pseudorhipsalis* Britton & Rose, *Selenicereus* Britton & Rose;

триба *Notocacteae* Buxb. – *Copiapoa* Britton & Rose, *Parodia* Speg., *Eriosyce* Phil.; триба *Pachycereeae* Buxb. – *Carnegiea* Britton & Rose, *Echinocereus* Engelm., *Myrtillocactus* Console, *Neobuxbaumia* Backeb.; триба *Rhipsalideae* DC. – *Hattiora* Britton & Rose, *Lepismium* Pfeiff., *Rhipsalis* Gaertn., *Schlumbergera* Lem., *Pfeiffera* Salm-Dyck; триба *Trichocereae* Buxb. – *Cleistocactus* Lem., *Echinopsis* Zucc., *Gymnocalycium* Pfeiff. ex Mittler, *Harrisia* Britton, *Rebutia* K. Schum.).

**6. Порядок Gentianales:** сем. Аросунасеае Juss. (подсем. *Apocynoideae* Burnett – *Adenium* Roem. & Schult., *Pachypodium* Lindl.; подсем. *Asclepiadoideae* R.Br. ex Burnett – *Ceropegia*, *Cynanchum*, *Hoya*, *Huernia*, *Orbea*, *Stapelia*).

**7. Порядок Asterales:** сем. Asteraceae (подсем. *Asteroideae* – *Othonna*, *Senecio*).

Наиболее презентативными являются семейства Састасеае (36 родов, 154 видов и разновидностей), Сrассуласеае (8 и 46 соответственно), Аросунасеае (7 и 11 соответственно), Аспарагасеае (6 и 26 соответственно) и Аизоасеае (7 и 14 соответственно).

Коллекция суккулентов представлена растениями из 6 флористических царств. Наиболее полно представлены флоры американского (многочисленные представители сем. Састасеае, растения рода *Agave* и др.) и африканского (суккуленты сем. Аизоасеае, Еурфорбиасеае, Сrассуласеае и др.) континентов. Единственным представителем Австралийского царства является *Hoya carnosa*.

Жизненные формы суккулентов очень разнообразны. Среди них встречаются древесные (*Pachypodium lamerei*, *Euphorbia ingens*, *Carnegiea gigantea*, *Kalanchoe beharensis* и др.), кустарниковые (*Euphorbia grandicornis*, *Austrocylindropuntia subulata*, *Cleistocactus strausii* и др.), кустарничковые (*Echinopsis chamaecereus*, *Crassula lactea*, *Peperomia dolabriformis* и др.) и травянистее типы растений (роды *Gasteria*, *Gymnocalycium*, *Haworthia*, *Mammillaria*, *Rebutia* и др.), а также лиановидные формы с полегающими или свисающими ветвями (*Ceropegia bulbosa*, *Hoya carnosa*, *Othonna capensis* и др.).

Фенологические наблюдения показали, что в условиях закрытого грунта Кольского Заполярья регулярное и устойчивое цветение наблюдается у 152 таксонов (виды, разновидности, сорта) суккулентных растений. Семена вызревают у 43 таксонов. Некоторые растения дают самосев (*Mesembryanthemum cordifolium*, ряд видов рода *Rebutia*, *Euphorbia bubaline*, *E. leuconeura*).

Многие представители суккулентных растений находятся в природе в уязвимом положении и нуждаются в охране. Согласно базе данных Международного союза охраны природы наиболее нуждающимися в охране растениями коллекции Полярно-альпийского ботанического сада являются следующие группы видов: 1. виды, исчезающие в дикой природе (природоохранный статус EW): *Agave lurida*; 2. виды, находящиеся на грани полного исчезновения (природоохранный статус CR): *Beaucarnea recurvata*; 3. виды, находящиеся под угрозой исчезновения (природоохранный статус EN): *Cleistocactus winteri*, *Disocactus biformis*, *Echinocactus grusonii*, *Mammillaria microhelix*, *Parodia lenninghausii*, *Rebutia albiflora*, *Rhipsalis crispata*, *Kalanchoe daigremontiana*; 4. виды, находящиеся в уязвимом положении (природоохранный статус VU): *Echinopsis ancistrophora*, *Lophophora williamsii*, *Neobuxbaumia euphorbioides*, *Parodia schumanniana*, *Parodia scopa*, *Rhipsalis pilocarpa*, *Schlumbergera truncata*, *Kalanchoe beharensis*, *Euphorbia leuconeura*; 5. виды, находящиеся в состоянии близком к угрожаемому (природоохранный статус NT): *Disocactus flagelliformis*, *Hattiora rosea*, *Mammillaria hahniana*.

На основании вышесказанного были сделаны следующие выводы:

– В настоящее время коллекция суккулентных растений насчитывает 327 образцов растений, относящихся к 270 видам 80 родов 15 семейств, 32 растения являются таксонами внутривидового ранга (разновидности и сорта).

– Растения делятся на 2 группы: однодольные и двудольные. Однодольные растения относятся к 4 порядкам. Двудольные растения являются представителями 7 порядков

– Коллекция суккулентов представлена растениями из 6 флористических царств.

– Суккуленты имеют различные жизненные формы: деревья, кустарники, кустарнички и травы (имеются лиановидные формы роста).

– В условиях закрытого грунта Кольского Заполярья цветут 152 вида, разновидностей и сортов. Семена вызревают у 43 таксонов.

#### Список литературы

1. Васильева И.М.Б. Удалова Р.А. Суккуленты и другие ксерофиты в оранжереях Ботанического сада Ботанического института им. В.Л. Комарова (Коллекция растений аридных областей Земли). СПб.: Росток, 2007. – 416 с.
2. Козупеева Т.А., Лештаева, А.А. Тропические и субтропические растения на Полярном Севере (Краткие итоги интродукции в оранжереях Полярно-Альпийского ботанического сада). Л.: Наука, 1979. 150 с.
3. Смирнова Е.С. Типы морфологического строения вегетативной сферы // Тропические и субтропические растения. Фонды Главного ботанического сада АН СССР (Marattiaceae-Marantaceae) [Types of morphological structure of vegetative sphere. In: Tropical and subtropical plants. Funds of the Main Botanical Garden the USSR AS (Marattiaceae-Marantaceae)]. М., 1969. С. 12-13.
4. Смирнова Е.С. Морфологические типы вегетативной сферы растений семейства Crassulaceae // Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. биол., 1971. – Т. 75. – Вып. 2. – С. 89–97.
5. Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли [Floristic areas of Earth]. Л., 1978. С. 27-183, 188-193.
6. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. // Botanical Journal of the Linnean Society. 2016. 181 (1). P. 1–20.
7. Backeberg G. Das Kakteenlexikon. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1977. 822 s.
8. Jacobsen H. Das Sukkulantenlexikon. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1970. 589 s. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. URL: <https://www.iucnredlist.org> (дата обращения: 13.04.2023.).
9. The World Flora Online. 2020. URL: <http://www.worldfloraonline.org> (дата обращения: 16.12.2021).

УДК 58.006

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУККУЛЕНТНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КОМПОЗИЦИЙ ОТКРЫТОГО ГРУНТА НА ПРИМЕРЕ ВЫСТАВОЧНОГО САДА «ДРЕВО ЖИЗНИ», ПРЕДСТАВЛЕННОГО НА VI ФЕСТИВАЛЕ ИСТОРИЧЕСКИХ САДОВ В «ЦАРИЦЫНО»

Юлия Викторовна ВЛАДИМИРОВА, Анна Владимировна НУСИНОВА,  
Ольга Владимировна ТИХОНОВА

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, г. Москва

e-mail: [yu.vladimirova@physics.msu.ru](mailto:yu.vladimirova@physics.msu.ru)

THE USE OF SUCCULENT PLANTS TO CREATE COMPOSITIONS OF OPEN GROUND ON THE EXAMPLE OF THE EXHIBITION GARDEN «TREE OF LIFE», PRESENTED AT THE VI FESTIVAL OF HISTORICAL GARDENS IN «TSARITSYNO»

Yulia V. VLADIMIROVA, Anna V. NUSINOVA, Olga V. TIKHONOVA

Lomonosov Moscow State University, Moscow

**Аннотация.** В статье рассказано о применении тропических видов суккулентных растений в дизайне открытого грунта, опыте в МГУ и участии в выставке «Сады и люди».

**Ключевые слова:** толстянковые, кактусы, суккуленты, открытый грунт, ландшафтный дизайн.

**Abstract.** The article describes the use of tropical succulent plant species in outdoor design, experience at Moscow State University and participation in the exhibition "Gardens and People".

**Keywords:** Cactus, Crassulaceae, succulents, open ground, landscape design.

**Введение.** Практически все крупные ботанические сады как России, так и всего мира, занимаются вопросами интродукции суккулентных растений. Среди направлений использования результатов интродукции суккулентов можно выделить несколько основных: использование в научно-исследовательских целях, природоохранное и учебно-методическое использование. Отдельно также можно отметить относительно новое направление: использование интродуцированных суккулентных растений в эстетико-архитектурном аспекте, а именно в фитодизайне с созданием различных композиций, экспозиций, зимних садов. Так, большое число представителей суккулентных растений, относящихся к семействам Толстянковые (Crassulaceae), Кактусовые (Cactaceae), Асфоделовые (Asphodelaceae) и др. обладают высокой декоративностью и относительной простотой в уходе, поэтому обычно ис-

пользуются в создании небольших композиций для озеленения и дизайна интерьеров. Однако, как показал опыт содержания коллекции суккулентных растений Ботанического сада на Воробьевых горах, которая в течение последних трех лет в теплое время года (с середины апреля по конец сентября) размещается в открытом грунте на крыше входного павильона Ботанического сада, суккуленты прекрасно подходят для создания больших композиций в использовании их в ландшафтном дизайне в условиях открытого грунта.

В рамках VI Фестиваля исторических садов в «Царицыно» сотрудниками Ботанического сада МГУ совместно с питомником «Каверино», выполнявшим работы по монтажу сада, была представлена ландшафтная композиция «Древо жизни» – полностью суккулентный выставочный сад площадью 100 м<sup>2</sup>.

По традиции Фестиваль исторических садов в «Царицыно» проводится в конце августа-начале сентября, и главное событие фестиваля - выставка ландшафтных композиций, садов, инсталляций под открытым небом [1]. Каждый год фестиваль посвящён конкретной теме, в 2023 году темой фестиваля были выбраны «Сады и мифы». Традиционно программа фестиваля представлена как конкурсными работами, так и внеконкурсными проектами известных парков и музеев-заповедников России. В разные годы авторами внеконкурсных садов были музей-заповедники «Царское село», «Ясная Поляна», сад-парк «Сокольники», национальный парк «Куршская коса» и многие другие. В 2023г. сотрудники Ботанического сада МГУ на Воробьевых горах были приглашены к участию во внеконкурсной программе для создания полностью суккулентного сада, чтобы показать возможности использования незимующих форм суккулентов в ландшафтном дизайне.

**Проект выставочного сада «Древо жизни»** был разработан сотрудниками Ботанического сада МГУ [2]. В основу идеи сада лег мифологический образ древа жизни, встречающийся в мифологии разных народов, в частности, библейский образ – древо посреди райского сада, плоды которого даруют бессмертие. Райское дерево ассоциируется с яблоней. Яблоня для Ботанического сада МГУ – своеобразный символ сада. В 50-е годы прошлого века, во время строительства здания МГУ и закладки Ботанического сада МГУ на Воробьевых горах, был заложен уникальный яблоневый сад — единственный уцелевший научный сад С.И. Исаева. Выставочный сад «Древо жизни»

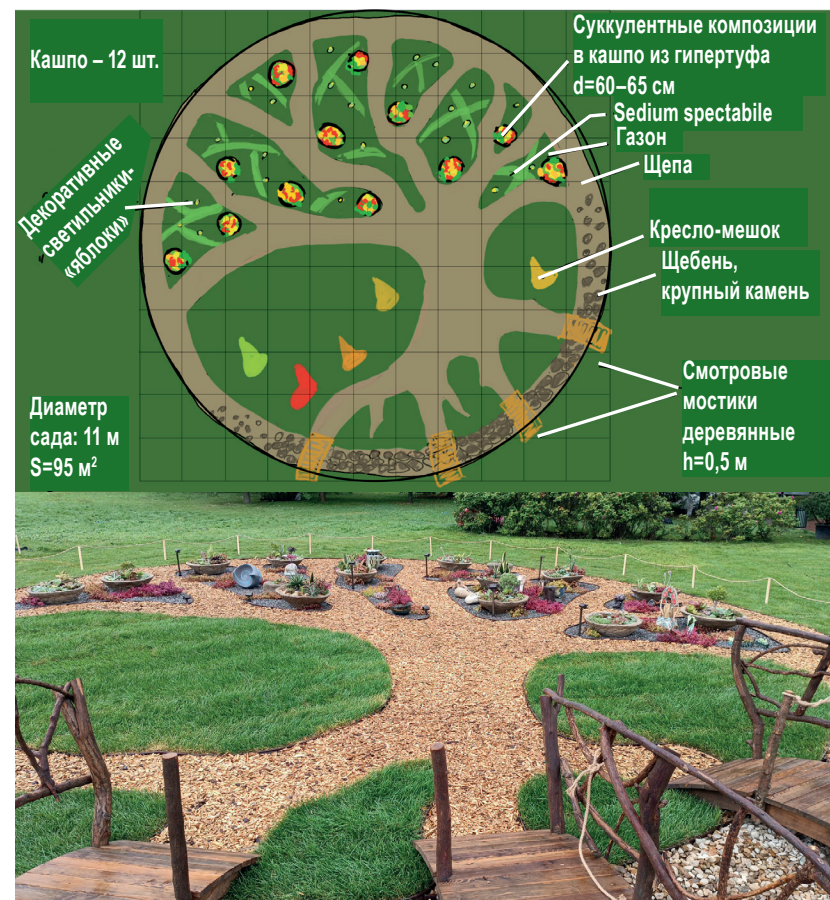


Рис. 1. Эскиз выставочного сада «Древо жизни» (сверху), фотография сада (снизу)

через мифологический образ обращает зрителей к важным вехам истории Ботанического сада МГУ на Воробьевых горах.

Проект сада представлен на рис.1. Узкие извилистые дорожки, отсыпанные щепой, рисуют на земле силуэт дерева, графику сада подчеркивают ветви из почвопокровных седумов, плоды – суккулентные композиции в больших кашпо из гипертуфа, к корням дерева ведут деревянные мостики, выполненные в природном стиле. Дополнением ландшафтной композиции служат керамические скульптуры – «жители» кроны. Жизнелюбивые суккулентные растения олицетворяют жажду жизни мифического дерева.



Рис. 2. Кашпо из гипертурфа

из цемента, а прочность не уступает цементным кашпо. Во-вторых, наличие в составе торфа и вермикулита делает материал максимально похожим на натуральный камень. В-третьих, технология изготовления позволяет создавать кашпо практически любой формы. Кашпо были выполнены на заказ в питомнике «Каверино» по разработанным эскизам. Размеры кашпо варьировались от 50 до 90 см в ширину и около 20 см в высоту. Все кашпо имели дренажные отверстия. Для суккулентных композиций оптимальный слой субстрата составляет около 10 см, поэтому половина высоты кашпо была заполнена пенопластом, который выполнял в том числе и функцию дренажа.



Рис. 3. Временные кашпо для доращивания эчеверий перед посадкой

### Суккулентные композиции.

Главной частью сада являлись 14 композиций в кашпо (рис. 2). При выборе кашпо важно было подобрать материал, который будет максимально приближен к природному камню. Нами был выбран на гипертурф, основными компонентами которого являются цемент, торф и вермикулит (или перлит). Этот материал имеет ряд преимуществ перед другими аналогами. Во-первых, благодаря своему составу, вес кашпо заметно меньше, чем у аналогов, выполненных полностью

из цемента, а прочность не уступает цементным кашпо. Во-вторых, наличие в составе торфа и вермикулита делает материал максимально похожим на натуральный камень. В-третьих, технология изготовления позволяет создавать кашпо практически любой формы. Кашпо были выполнены на заказ в питомнике «Каверино» по разработанным эскизам. Размеры кашпо варьировались от 50 до 90 см в ширину и около 20 см в высоту. Все кашпо имели дренажные отверстия. Для суккулентных композиций оптимальный слой субстрата составляет около 10 см, поэтому половина высоты кашпо была заполнена пенопластом, который выполнял в том числе и функцию дренажа.

Подготовка к созданию суккулентных композиций для выставочного сада была начата еще в зимний период. Были отобраны растения,

которые требуют минимального ухода и сохраняют максимальную декоративность весь сезон независимо от того дождливым или засушливым будет предстоящее лето. Так как общая площадь композиций должна была составить около 7 м<sup>2</sup>, необходимо было подготовить достаточное количество посадочного материала и подготовить субстрат. Для посадки растений использовался субстрат, состоящий из дерновой земли (3 части), торфа (3 части), перлита (2 части), крупнозернистого речного песка (2 части), мелкого керамзита 2-5мм (2 части). В композициях были использованы как взрослые растения из коллекции, 4–5 летние экземпляры крассул: *Crassula ovata* var. *Obliqua*, *Crassula arborescens* ssp. *undulatifolia* 'Blue Bird', *Crassula ovata* cv. 'Hobbit', *Gastrolea* (*Gasteraloe*), *Agave victoria-reginae* так и большое число эчеверий и эониумов, выращенных из черенков, специально для создания выставочного сада.

В мае все укоренные в теплице черенки эчеверий и эониумов были высажены в пластиковые ящики размером 25×50×10см для доращивания (рис. 3). Основными параметрами при отборе сортов были скорость роста и размер розеток, нами были отобраны быстрорастущие сорта, образующие крупные розетки до 15–20 см в диаметре, такие как *Echeveria* 'Bittersweet', *Echeveria* 'Monroe', *Echeveria runyonii* 'Topsy-Turvy', *Echeveria shaviana*, *Echeveria* 'Atlantis', *Aeonium arboretum*, *Aeonium* 'Voodoo' (результат скрещивания *Aeonium undulatum* с *Aeonium arboreum* 'Zwartkop') и др. В начале августа все растения были высажены в кашпо. 10 композиций было



Рис. 4. Примеры композиций из суккулентов



Рис. 5. Этапы монтажа выставочного сада

составлено из растений семейства толстянковые: крассул, зониумов, седумов и эчеверий. 2 композиции из агав, сансевиерий, хавортий, гастерий и кактусов и 2 композиции из полностью зимующих суккулентов – седумов и молодил (рис.4).

**Монтаж сада.** Создание сада было разбито на несколько этапов и работы на площадке в Царицыно заняли 5 дней (рис. 5).

Основные этапы:

1. Подрезка газона по форме сада, снятие газона и выравнивание площадки.
2. Разметка сада, укладка бордюрной ленты.
3. Укладка газона, отсыпка сухого ручья галькой.
4. Укладка нетканого материала и отсыпка «ствола» и «ветвей» щепой.
5. Посадка седумов, имитирующих ветви в кроне дерева.
6. Укладка нетканого материала и отсыпка «кроны» каменной крошкой из серебристого сланца.
7. Установка кашпо с суккулентными композициями, деревянных мостиков и керамики.

Все растения были высажены в

кашпо за 20 дней до начала фестиваля, имели хорошую развитую корневую

систему, поэтому период адаптации занял около 10 дней, и к началу фестиваля все растения активно пошли в рост. Композиции привлекали большое количество посетителей в течение 2-х недель.

Таким образом показано, что различные виды и сорта суккулентных растений из семейств Толстянковые (Crassulaceae), Кактусовые (Cactaceae), Асфodelовые (Asphodelaceae) и др. сохраняют свои декоративные свойства в условиях открытого грунта в течение всего сезона, что позволяет активно использовать их в ландшафтном дизайне.

#### Список литературы

1. [https://tsaritsyno-museum.ru/the\\_museum/press-center/news/historical-gardens-2023-schedule/](https://tsaritsyno-museum.ru/the_museum/press-center/news/historical-gardens-2023-schedule/)
2. <https://botsad.msu.ru/2023/08/13/festival-istoricheskikh-sadov-v-czaricyne-vystavochnyj-sad-drevozhizni/>

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ БИЗНЕСА НА СУККУЛЕНТНЫХ РАСТЕНИЯХ

Андрей Владимирович ВОЛКОВ

Научно-Исследовательский Центр Экспериментального Растениеводства «ЭКЗОБИО»,  
г. Москва

e-mail: a.volkov@exobio.ru

### SOME ASPECTS OF THE SUCCULENT PLANT BUSINESS

Andrey V. VOLKOV

*Scientific-Research Center of Experimental Plant Growing «EXOBIO», Moscow*

**Аннотация.** Рассмотрены экономические и социально-психологические особенности развития рынка суккулентов в России и мире. Влияние на развитие рынка в России мировых игроков, поведения и предпочтения покупателей, темпов развития локальных игроков, коллекционеров и Ботанических садов. Краткое описание специфики работы цветочного бизнеса Нидерландов и стран Юго-Восточной Азии. Примеры легенд, примет и суеверий, влияющих на предпочтения покупателей.

**Ключевые слова:** Суккуленты, цветы, коллекционеры, Ботанические сады, бизнес, Россия, Нидерланды, Юго-Восточная Азия, импорт, взаимодействие, развитие.

**Abstract.** Economic and socio-psychological features of the development of the succulent market in Russia and the world. Influence on the development of the market in Russia of world players, behavior and preferences of buyers, the pace of development of local players, collectors and Botanical gardens. A brief description of the specifics of the flower business in the Netherlands and the countries of Southeast Asia. Examples of legends, signs and superstitions that affect customer preferences.

**Keywords:** Succulents, flowers, collectors, Botanical gardens, business, Russia, Netherlands, Southeast Asia, import, interaction, development.

Особенности выращивания суккулентов для получения дохода ставят интересный вопрос перед коллекционерами, Ботаническими садами, питомниками, плантациями, импортёрами и даже контрабандистами – где находится золотая жила? Можно попытаться приблизиться к разгадке этого вопроса.

Сначала дезавуируем легенды, которые делают суккуленты чем-то сверхъестественным. Ни кактусы, ни остальные суккуленты не являются «поглотителями» электромагнитного излучения. Если Вы ставите кактус рядом с экраном, значит на Электромобиле или в Электробусе, а заодно на телефоне и микроволновой печи их должно быть в разы больше. Конечно, радиация пронизывает всех нас, но считать кактусы сверхпоглотителями или

«экранами» весьма самонадеянно.

Суккуленты превосходные растения для бизнеса, потому что неприхотливы, а значит не доставляют никаких хлопот ни производителю, ни перевозчику и тем более владельцу. Сами растут, сами размножаются, поливать изредка. Здесь любой профессионал скажет, что суккулент растение настолько же хрупкое, насколько и неприхотливое. Да у него есть преимущества за счёт собственной физиологии, но любое изменение параметра, и наш стойкий оловянный солдатик становится Белоснежкой. Эти растения также хрупки и требовательно относятся к условиям выращивания, как и другие виды растений. И любой перенос или изменение условий, резко отличающийся от привычного обитания, без акклиматизации, может привести к потере растения, а значит и бизнес, и коллекционирование, и владение требуют и знаний, и затрат.

На самом деле мир суккулентов привлекает не только профессионалов, коллекционеров, но и любителей во многом не из-за перечисленных мной легенд или мнений. Это необычные и экзотические природные дикари или селекционные/гибридные формы, из которых получаются любимые домашние растения, которые любят солнце больше нас. И привлекательность суккулентов для людей связана именно с этим. Кактус это или адениум, но людям нужен друг, который даёт им покой и уют дома или на работе, о котором надо заботиться, даже если он не лает и не лежит на руках. Растения призваны украшать этот мир и, именно они говорят, хорошо ли окружающая среда для жизни.

В нашей молодой стране с точки зрения капиталистического рынка рынок цветов, в том числе рынок суккулентов, находится в состоянии первичного этапа развития с постепенным переходом в подростковый период. Безусловно история оранжерей и коллекционеров в России насчитывает несколько столетий, но массовый рынок увлечений по выращиванию экзотических цветов, использования их в обиходе активно формируется благодаря двум трендам - с увеличением количества путешествий россиян по миру возрастает интерес к повторению и владению увиденным, и наоборот, тенденции связанные с замкнутостью (пандемия, жёсткий капитализм, индивидуализм) часто формируют сублимированные состояния человека, ищущего отдушину не только в сериалах и Тик-ток, а в тяге к природе, создания микроклимата в замкнутом пространстве, и во многом это повторяет мировой опыт



или временами опережает его. Тренды по использованию растений и цветов во всех сферах жизни также идут за мировыми тенденциями: от декоративного интерьерного и экстерьерного применения в оформлении закрытых и открытых пространств до медицины, новых материалов и биотоплива. Несмотря на рост объёма производства Российскими производителями собственных цветов, объём импорта составляет не менее 70-80% и равен 500 млн евро, что в 2 раза ниже уровня импорта Великобритании<sup>1</sup>. Основными поставщиками являются Германия, Нидерланды, Корея, Китай, Турция, страны Юго-Восточной Азии. Объяснение медленного периода взросления связано с серьезной зависимостью от мировых трендов и достаточно жёстким контролем развития российского рынка мировыми игроками, а также нашими экономическими и политическими реалиями. Тем не менее, даже сейчас, в условиях жёстких санкций, находятся промышленные агро- и цветочные предприятия, которые выпускают качественный продукт. В частности, некоторые российские тепличные комплексы вывели на рынок качественные суккуленты, не уступающие лучшим образцам, завозимым из-за границы либо выращиваемым нашими коллекционерами. Научно-Исследовательский Центр Экспериментального Растениеводства «ЭКЗОБИО» работает также в этом направлении, используя технологии клонирования и адаптации на вертикальных фермах в городских условиях.

А что в мире? По данным Тэдвайзер (TADVISER) мировое производство цветов и декоративных растений за 2019 год, устойчиво увеличивалось: и прогнозировалось на 3–6% в год до 2024 года [1].

Безусловно всемирная пандемия и санкции одних против других повлияли на этот рынок, но как мы уже понимаем, отложенный спрос 2020–2022 годов постепенно компенсирует убытки. Так в 2019 году рекордное количество американцев в возрасте от 18 до 34 лет занялись садоводством, включая выращивание комнатных растений. Пандемия сильно повлияла на продажи цветов: оказавшись запертыми в квартирах, жители городов стали скупать их онлайн. В апреле 2020 года продажи онлайн-магазина Sill выросли более чем на 50% по сравнению с мартом. В американском интернет-магазине Etsy количество запросов «живые растения» увеличилось на 82% по сравнению с 2019 годом [2].

Тем не менее основной драйвер роста, как и во многих других областях, — растущее потребление в странах Азии. Так Китай за последние пять лет нарастил импорт цветов примерно на 30% (данные Global Trade Atlas)<sup>1</sup>.

Общий объём мирового цветочного рынка оценивается в \$40–45 млрд, и лидируют на нем три компании:

1. Ball Horticultural (США);
2. Syngenta Flowers (центральный офис в Швейцарии);
3. Dikken Orange (Голландия).

Все они имеют международные сети цветочных плантаций<sup>1</sup>.

Лучше всех в мире сегодня в цветах как в бизнесе, по нашему мнению, понимают представители Нидерландов, так как они не только пережили тюльпановую лихорадку, но и сотни лет выстраивали бизнес на цветах и на том, что можно вырастить. Они являются главным поставщиком цветов в Европе с большим отрывом от всех остальных. Одни из первых освоили также агротехнологии с формированием специального климата для круглогодичного выращивания - тепличные технологии, вертикальное фермерство, автоматизацию, светодиодную досветку, пролонгированные удобрения, биотехнологии и, конечно, ушли в биоинженерию. У них отлажена система специализации и кооперации, и выступают они при этом как одна мегакорпорация с диверсифицированным производством и наукой. Всё это стало возможно благодаря созданию всемирного хаба по продаже цветочной и агро-продукции – аукциону Flora Holland [3]. Сюда также свозятся для перепродажи цветы из третьих стран: будучи крупнейшим экспортером цветов в мире, Нидерланды также являются вторым по величине импортером после Германии. Растения, которые в производстве дешевле за рубежом, чем в самих Нидерландах либо допускаются на редуцион (голландский аукцион) либо проходят «допродажную подготовку», приобретая нужный предаукционный товарный вид. Если появляются конкуренты, которые угрожают выполнению текущей стратегии развития корпорации «Нидерланды», то они приобретаются её консорциумами для контроля, разделения, встраивания в ряды. В конечном счёте, если конкурент в какой-то области цветоводства всё равно сильнее и обладает более конкурентоспособным товаром, то идет заказ на поиск новых более эффективных технологий выращивания или на нашей

планете ищется место для выращивания, которое сделает голландский бизнес жизнеспособным, ведь де факто – этот бизнес – основа их национальной безопасности. Всё это позволяет, несмотря на большое количество других «цветочных аукционных держав», таких как США, Германия, Южная Корея и Китай, держать Нидерландам уверенную пальму первенства на цветочном рынке, управлять не только процессами, но и развитием цветочного рынка, применением цветов, по сути – быть маркетмейкером.

В 2018 году объем импорта цветов и декоративных растений в Нидерланды составил €2 млрд, из которых более половины приходилось на ввоз из стран Африки и Латинской Америки [1].

Безусловно качество так называемой «голландской картинки» – внешне-го торгового вида растения является основополагающим лекалом не только для всех остальных питомников, но и для коллекционеров и ботанических садов. В этом нет ничего предосудительного, поскольку тянутся всегда за лучшими. И часто для российского производителя, коллекционера и даже Ботсада это проблема, потому что по сути своей идет конкуренция домохозяйств и небольших организаций с корпорациями. Вопрос лишь в том, как конкурировать на рынке, где присутствует товарный вид, качество (иногда невысокое), большое количество позиций и абсолютно подконтрольные зарубежным игрокам рыночные и нерыночные цены.

Юго-Восточная Азия, являясь самым большим импортером растений, а параллельно и одним из крупнейших экспортеров в мире, нашла способ конкуренции с так называемым «Западом». Помимо крупного цветочного бизнеса в Китае, Таиланде, Вьетнаме развивается рынок сетецентричности. По сути, это рынок огромной массы домохозяйств, способных не только выращивать отдельные растения в очень больших количествах, но и конкурирующих между собой, в том числе на рынке «новых сортов», создающих их на коленке, с помощью доступной биотехнологии и в количестве сообщаемом с объемами Европы.

И всё же российский рынок – это в массе своей рынок импорта тропических растений, где есть покупатель с разным кошельком и вкусом, наученный путешествиями и голландской картинкой в торговых сетях с одной стороны, и поставщики, продающие импорт; коллекционеры, продающие уникальный

импорт, привезенный из путешествий-экспедиций и уже собственно выращенный из импорта российско-подданный суккулент или выведенный селекционным путем; питомники, продающие «прирученный» голландский и коллекционный импорт в большем масштабе и производители, культивирующие в российских условиях отобранные импортные сорта в большом масштабе. Ботанические сады тоже участвуют в этом рынке – это организации образовательного-просветительского направления, по сути, для населения страны являются «продвинутыми шоу-румами» редких и не очень видов растений полученных через обмен, закупки импорта, спонсорство и даренные коллекции, позволяющими людям находить свой путь к растениям со всего мира и суккулентам в том числе, особенно в период снижения развития международного туризма.

Приведенный краткий анализ позволяет сделать вывод, что с точки зрения продажи и собирательства экзотических растений Россия играет всё же по навязанным ей правилам, однако, шанс развиваться активно и самостоятельно на пользу российскому обществу всё же есть. Ботанические сады, коллекционеры, питомники и отчасти импортёры заинтересованы в том, чтобы посетители-покупатели тянулись к прекрасному и тем самым находили способ и образовываться, и восхищаться, иметь возможность приобретать и самостоятельно выращивать то, что делает их счастливыми. Главное, чтобы бюджеты большинства перечисленных лиц и организаций были направлены на финансирование развития внутри страны, стимулируя не только профессиональное общение, но взаимодействие, обмен и увеличение коллекций и частных лиц и коллекционеров, и Ботанических садов.

В конце приведем еще приметы и суеверия, двигающих этот рынок.

Согласно народным поверьям, кактусы и другие суккуленты приносят мощную энергетику в дом. Причём считается, что чем длиннее колючки у растения, тем более агрессивная у него энергия. Желательно ставить горшок не рядом с кроватью или в детской комнате, а ближе к выходу, на кухне или на рабочем столе [4].

Цветущие разновидности сулят удачу в делах и личной жизни, благополучие семьи, защиту от негативной информации. Молодоженам они приносят счастье в личной жизни и быстрое появление детей. Для этого необходимо ставить горшок в спальне рядом с кроватью [4].

Высокие растения, превышающие в длину 1,5–2 м, которые выращиваются в напольных горшках, лучше ставить по обеим сторонам входной двери. Так они станут оберегом от нежеланных гостей и их дурного влияния на членов семьи [4].

Денежное дерево, исходя из его названия, приносит материальный достаток, увеличивает шансы выиграть в лотерею или заключить прибыльный контракт. Если разводить его в офисе, оно может послужить стимулом для продвижения вверх по карьерной лестнице [4].

Считается, что, если дерево вянет, сбрасывает листья, чахнет или засыхает, его владельцу грозит неудача или болезнь. И наоборот, если кактус или другой суккулент зацвел, что в комнатных условиях встречается крайне редко, жильцы квартиры могут рассчитывать на везение и успех как на работе, так и в личной жизни [4].

В философии фэн-шуй есть поверье, что кактусы, расположенные на подоконниках окон, выходящих на четыре стороны света, помогут найти свою любовь и выйти замуж [4].

Любите кактусы и суккуленты и, возможно, они не только будут Вас радовать, но и принесут что-то из обещанного чуть выше!

#### Список литературы

1. Цветы (рынок России и мира). 2022г.  
– URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Цветы\\_\(рынок\\_России\\_и\\_мира\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Цветы_(рынок_России_и_мира))
2. Массовое озеленение: почему миллениалы помешались на домашних растениях. 2021г.  
– URL: <https://trends.rbc.ru/trends/social/5f9825c59a79474d0094e0eb>
3. Как выращивают суккуленты в Нидерландах. 2022г.  
– URL: <https://dzen.ru/a/X2R1o736dF1AbVpG>
4. Суккуленты: можно ли держать дома, приметы и суеверия, польза и вред. 2022г.  
– URL: <https://ourflowers.mirtesen.ru/blog/43405486893/Sukkulentyi-mozhno-li-derzhat-doma-primetyi-i-sUyeveriya-polza-i>

УДК 58.006;635.91

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КОЛЛЕКЦИИ СУККУЛЕНТОВ И КАКТУСОВ В СТАВРОПОЛЬСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

Валентина Валентиновна ВОЛКОВА

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»,

e-mail: [lotos026@mail.ru](mailto:lotos026@mail.ru)

## CURRENT STATE OF COLLECTION OF SUCCULENTS AND CACTI IN STAVROPOL BOTANICAL GARDEN

Valentina V. VOLKOVA

**Аннотация.** По состоянию на 2022 год коллекция суккулентов и кактусов Ставропольского ботанического сада насчитывает 8 семейств, 43 рода и 235 видов. Наибольшее количество видов и сортов - у семейства Cactaceae (23) и Crassulaceae (11), что составляет 80% от общего числа. Семейства Portulacaceae, Euphorbiaceae, Asphodelaceae, Hyacinthaceae, Arocynaceae, Asparagaceae включают в себя по 1-2 вида (20%). Возраст некоторых экземпляров более 50 лет (*Agave americana* L., *Echinocactus grusonii* Hildm., *Carnegiea gigantea* (Engelm.) Britton et Rose). Несмотря на стойкость кактусов и суккулентов к экстремальным экологическим условиям, часть видов *Cereus* Mill., *Senecio* L., *Hatiora* Britton & Rose, *Schlumbergera* Lem., *Echeveria* DC. в культуре неустойчивы в межсезонье из-за нерегулируемого температурного режима оранжереи. Полный цикл развития проходят 40% растений, у остальных отсутствует плодоношение. Массовое цветение отмечается с апреля по июнь. Более 70% видов и сортов с показателем успешности интродукции (ПУИ) до 60 баллов рекомендуются только для коллекционного содержания, а наиболее декоративные 30% с ПУИ более 79 баллов – для озеленения рекреационных зон.

**Ключевые слова:** коллекция, суккуленты, кактусы, оранжерея, современное, состояние.

**Abstract.** As of 2022, the collection of succulents and cacti of the Stavropol Botanical Garden has 8 families, 43 genera and 235 species. The largest number of species and varieties are in the family Cactaceae (23) and Crassulaceae (11), which is 80% of the total. The families Portulacaceae, Euphorbiaceae, Asphodelaceae, Hyacinthaceae, Arocynaceae, Asparagaceae include 1-2 species (20%). Some specimens are over 50 years old (*Agave americana* L., *Echinocactus grusonii* Hildm., *Carnegiea gigantea* (Engelm.) Britton et Rose). Despite the resistance of cacti and succulents to extreme environmental conditions, some species of *Cereus*, *Senecio*, *Hatiora*, *Schlumbergera*, *Echeveria* in culture are unstable in the off-season due to the unregulated temperature regime of the greenhouse. 40% of plants undergo a full development cycle, the rest lack fruiting. Mass flowering is observed from April to June. More than 70% of species and varieties with an introduction success rate (CDU) of up to 60 points are recommended only for collectible content, and the most decorative 30% with a CDU of more than 79 points are recommended for landscaping recreational areas.

**Keywords:** collection, succulents, cacti, greenhouse, modern, condition.

Согласно Конвенции по биоразнообразию, ботанические сады участвуют в сохранении растений *ex situ*. Многие виды выращиваются в ботанических садах и их культивируемые образцы представляют собой страховую фонд этих таксонов [2]. Одними из них являются коллекции суккулентных растений. Это своеобразная группа растений, обитающих в пустынных и полупустынных районах земли, где решающим фактором выживания является вода [1, 5].

Объектом изучения является коллекция суккулентов и кактусов, которая содержится в оранжерее Ставропольского ботанического сада (СБС) со средней годовой температурой воздуха +24,3°C. Наиболее высокие средние дневные температуры воздуха более +27...30°C наблюдаются с мая по август (на этот период производится притенение), самые низкие – в октябре, ноябре +16...21°C. В условиях оранжереи СБС ограничивающим фактором является недостаточность интенсивности освещения в оранжерее, которая варьировала в осенне-зимние месяцы от 9,2×10<sup>3</sup> до 14,1×10<sup>3</sup> Лк, в весенне-летний период от 15,56×10<sup>3</sup> до 93,5×10<sup>3</sup> Лк. Растения выращиваются в горшечной и кадочной культуре в стеллажном отделении оранжереи с автоматическим поливом. По-прежнему актуальной в интродукционных исследованиях остается проблема выбора растений, перспективных для озеленения интерьеров.

Целью исследования является выявление наиболее перспективных видов и сортов для оформления рекреационных зон. Проводили оценку и отбор перспективных видов и сортов для озеленения по общепринятой методике Карпионова (1978). Сортная и видовая принадлежность определена на основании авторитетных информационных источников [6]. Фенологические наблюдения проводили по [3].

Работа по сбору коллекции тропических и субтропических растений в СБС была начата в 1960–1961 гг. В составе коллекции присутствовали такие семейства, как Амариллисовые, Бобовые, Виноградные, Лилейные, Мимозовые, Пальмовые, а также кактусы и другие суккуленты, полученные из частной коллекции Н.Ф. Ляшко. В первые годы оранжерейная коллекция пополнялась растениями из фондов ГБС (г. Москва), ботанических садов Киева, Риги, Таллина. К 1975 году было собрано 288 видов и культиваров из 113 родов и 51 семейства (в том числе 52 вида суккулентов).

С 1986 года исследовали эффективные способы размножения, ритмика

развития, декоративность и устойчивость представителей родов *Crassula* L., *Sedum* L., *Lithops* N.E.Br.. Научными сотрудниками продолжалось пополнение коллекции, отбор перспективных растений для озеленения современных интерьеров различного функционального назначения. С 2006 года проводили интродукционное изучение семейств *Agaceae*, *Aizoaceae*, *Crassulaceae* и пополнение коллекции на 27 видов за счет привезенных образцов из ботанических садов БИН РАН г. Санкт-Петербург, г. Ростов-на-Дону, г. Харьков, г. Краснодар, г. Казань, г. Сочи ФИЦ СНЦ РАН, из частных коллекций и по семенному обмену из Румынии, Германии и других стран, в 2020 году пополнение – на 16 видов и сортов, в 2021 году была передана в ботанический сад коллекция кактусов от цветовода-любителя Гришко Ю. А. в количестве 30 видов и сортов. По состоянию на 2022 г. коллекция суккулентов и кактусов насчитывает 8 семейств, 43 рода и 235 видов (рис. 1).

Наибольшее количество видов и сортов насчитывается в семействе *Cactaceae* (23) и *Crassulaceae* (11), что составляет 80% от общего числа суккулентных растений. Семейства *Portulacaceae*, *Euphorbiaceae*, *Asphodelaceae*, *Hyacinthaceae*, *Apocynaceae*, *Asparagaceae* включают в себя по 1-2 вида (20%). Не учтены растения, требующие определения. Возраст некоторых экземпляров насчитывается более 50 лет (*Agave americana* L., *Echinocactus grusonii* Hildm., *Carnegiea gigantea* (Engelm.) Britton et Rose и др.) растения, имеют

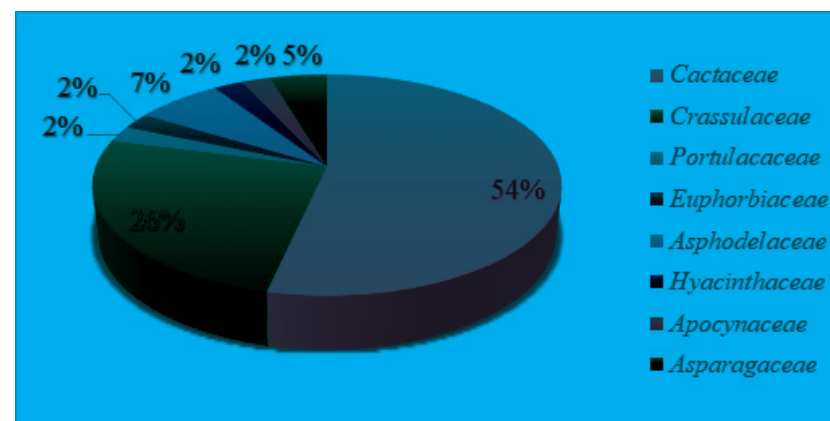


Рис. 1. Таксономический состав коллекции Ставропольского Ботанического Сада



Рис. 2. Цветение *Crassula rupestris* Thunb.



Рис. 3. Цветение *Faucaria bosscheana* (A.Berger) Schwantes

различные жизненные формы, относящиеся к определенным экологическим группам. Несмотря на стойкость кактусов и суккулентов к экстремальным экологическим факторам, часть видов *Cereus*, *Senecio*, *Hatiora*,

*Schlumbergera*, *Echeveria* в культуре неустойчивы в межсезонье из-за нерегулируемого температурного режима, но большинство видов и сортов суккулентных растений успешно используются при постоянном вегетативном размножении. Полный цикл развития проходят 40% растений, у остальных отсутствует плодоношение. Массовое цветение отмечается с апреля по июнь (рис. 2, 3). Более 70% видов и сортов с показателем успешности интродукции (ПУИ) до 60 баллов рекомендуются для коллекционного содержания, у остальных 30% ПУИ более 79 баллов.

На территории СБС ежегодно проводятся тематические лекции и выставки, посвященные суккулентным растениям, в которых принимают участие коллекционеры Ставропольского и Краснодарского краев, происходит обмен опытом и растениями (рис. 4).



Рис. 4. Выставка в 2023 году

Таким образом, полный цикл развития проходят 40% растений, у остальных отсутствует плодоношение. Массовое цветение отмечается с апреля по июнь. Более 70% видов и сортов с показателем успешности интродукции (ПУИ) до 60 баллов рекомендуются для коллекционного содержания, у остальных 30% ПУИ более 79 баллов.

#### Список литературы

1. Андреева Н.Г. - Суккуленты и их секреты. – К.: Софія. 2007. – С. 96.
2. Калаев В.Н., Моисеева Е. В., Николаев Е. А. Сохранение биоразнообразия в ботанических садах мира // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. Воронеж, 2010. № 2. С. 12–14.
3. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР// Бюлл. ГБС АН СССР. – М.: 1975. – №. 113. – С. 3-8.
4. Карписонова Р.А. Оценка успешной интродукции по данным визуальных наблюдений / Тезисы докладов VI делегатского съезда ВБО – Ленинград, 1978 – С. 175–176.
5. Урбан А. Колючие чудо. – Братислава: Вєда, 1976 – С. 336.
6. WFO сайт. – URL: <http://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000685959> (дата обращения: 20.03.2023).

УДК 58.006

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКСПОЗИЦИИ «РАСТЕНИЯ АРИДНЫХ ЗОН ЗЕМЛИ» В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ЮФУ

Ирина Владимировна ЖЕГУЛОВА, Мария Александровна ИГНАТОВА

*Ботанический сад Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Иванковского Южного Федерального университета, г. Ростов-на Дону*

*e-mail: ivzhagulova@sfedu.ru*

### THE CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE EXPOSITION «PLANTS OF ARID ZONES OF THE EARTH» IN THE BOTANICAL GARDEN OF THE SOUTHERN FEDERAL UNIVERSITY

*Irina V. ZHEGULOVA, Maria A. IGNATOVA*

*Botanical garden of D.I. Ivanovsky Southern Federal University, Rostov-on-Don*

**Аннотация.** В статье представлен анализ современного состояния экспозиции «Растения аридных зон Земли» в Ботаническом саду ЮФУ. Рассматриваются особенности экспонирования растений. Приведены наблюдения за ростом и развитием суккулентов и кактусов в экспозициях.

**Ключевые слова:** экспозиция, аридная зона, коллекции, оранжерея

**Abstract.** The article presents an analysis of the current state of the exposition "Plants of arid zones of the Earth" in the Botanical Garden of the Southern Federal University. The features of plant exposure are considered. Observations of the growth and development of succulents and cacti in expositions are given.

**Keywords:** exposition, arid zone, collections, greenhouse

В климатических условиях степной зоны юга России с очень продолжительным и жарким летом специализация оранжерей Ботанического сада ЮФУ направлена на расширение коллекций растений из аридных областей тропиков и субтропиков, большую часть которых составляют кактусы и суккуленты [2]. В двух новых оранжереях Ботанического сада ЮФУ площадью около 500 кв. м и высотой 6 м, в 2016–2017 гг. создана специальная экспозиция «Растения аридных зон Земли». Основой экспозиции послужили систематические коллекции суккулентов (более 490 таксонов) и кактусов (около 160 таксонов) Фондовой оранжереи Ботанического сада ЮФУ, которая содержит представителей всех аридных областей нашей планеты. Подбор ассортимента проводился на основании многолетних наблюдений в коллекции тропических и субтропических растений Ботанического сада ЮФУ.

В грунтовых стационарных ботанико-географических экспозициях пред-

ставлены растения из основных центров происхождения суккулентов – пустынь и полупустынь Центральной и Южной Америки, Южной и Юго-Западной Африки и острова Мадагаскар. Экспонируются растения – ландшафтные доминанты, экономически-важные, декоративные и лекарственные виды, а также включены виды, демонстрирующие разнообразные приспособления к условиям среды обитания. Сочетание систематического, ботанико-географического и морфологического принципов при экспонировании коллекций оранжерейных растений позволяет представить флористическое разнообразие тропических и субтропических зон более полно [1].

Коллекционные растения высажены в три насыпных грунта непосредственно или содержатся в кадочной культуре в грунте. Скелетная основа экспозиций сформирована с помощью быстрорастущих крупномерных растений. При создании экспозиций очень важно, чтобы каждое растение просматривалось со всех сторон. Центральное место в композициях занимают наиболее высокие растения, расположенные поодиночке, по краям размещаются более низкие кустовидные и бесстебельные виды. Ползучие, почвопокровные, вьющиеся и ампельные растения дополняют композиции.

В качестве вертикалей и осевых растений в африканских экспозициях выступают молочаи – канделябровый, олеандролистный, великий, молочный, плосковеточный, узколистый, Тирукалли, зонтичный, а в мадагаскарской – аллюодия и драцена канарская. Средний ярус заполняют разнообразные алоэ и сансевиерии, среднерослые молочаи, пахиподиум, адениумы, толстянки. Гастерии, хавортии, крестовники, лампрантусы дополняют композиции. В американском грунте осевыми растениями являются ландшафтно-важные юкки – алоэлистная, слоновая и славная, и разнообразные высокорослые кактусы – цереусы, опунции и др. Второй ярус формируют многочисленные агавы, дазилирионы, нолины и среднерослые кактусы. Дополняют композиции низкорослые кактусы и агавы, пуйи, хехтии, эхеверии, седумы. В экспозициях присутствуют различные жизненные формы, характерные для пустынь и полупустынь, элементы природного ландшафта. Контрастное сочетание растений по цвету, форме и фактуре усиливает выразительность отдельных крупных растительных композиций. Мобильность экспозициям придает контейнерная культура растений, которая выполняет функцию приставных акцентов.

По сравнению с контейнерной культурой у суккулентов в грунтовых экспозициях наблюдается значительное улучшение морфо-биологических качеств. Растения получают возможность достижения максимального роста и формирования правильного габитуса. Однако проблемой является чрезмерное разрастание некоторых растений, особенно это характерно для агав и кактусов. Эти растения приходится ограничивать в росте, высаживать в пластиковые кадки и погружать в субстрат. Компактность куста, отсутствие быстрого вытягивания побегов и потери формы – необходимое условие для растений, которые содержатся в экспозициях длительное время.

Использование емкостей для выращивания суккулентов и кактусов в грунте применяется не только для ограничения разрастания растений, но и для предотвращения распространения вредителей и болезней. Погруженные в грунт растения и емкости с растениями декорированы гравийной и песчаной отсыпкой, декоративными камнями; сооружены суккулентные горки, опоры для вьющихся и ампельных растений. На стеллажах оранжереи размещены систематические экспозиции кактусов и суккулентов.

Важным итогом работы в оранжерее является достижение растениями стадии цветения, прохождение полного цикла развития, что свидетельствует об адаптации их к новым условиям. Большинство растений в новой экспозиции «Растения аридных зон Земли» нормально растет и развивается, многие достигли стадии цветения, что у ряда видов никогда не отмечалось в контейнерной культуре в других оранжереях. Впервые отмечено цветение у аустроцилиндроопунции шиловидной, бразилиопунции бразильской, персикки Годсеффа, юкки слоновой, геспероюкки Виппли, молочая зонтичного, сансевиерии Кирка, сансевиерии трехполосной 'Silver Moon', сансевиерии трехполосной 'Gigantea', алоэ африканского, Бюттнера, древовидного, желтоватого и полосатого, крестовника укореняющегося, кляйнии крупноязычковой, мадагаскарской и стапелиевидной. Однако, в связи с улучшением условий произрастания и достижением стадии цветения погибло несколько агав: агава крупноколочковая и ее культивар 'Compacta', агава бычьего и агавы королевы Виктории отцвели и закончили свой жизненный цикл.

Наблюдения за ростом и развитием коллекционных растений в экспозициях показало, что большинство видов проявляет достаточную устойчивость к

вредителям и болезням, однако, очень чувствительны к неблагоприятным условиям содержания. Суккуленты часто страдают от различных болезней, возникающих из-за переувлажнения при низких температурах воздуха зимой, за которым следует гниение корней и побегов. Во время жаркого лета, когда температура воздуха в оранжерее достигает +35°C и выше, многие виды коллекции страдают от прямых солнечных лучей — это виды родов *Crassula*, *Gasteria*, *Haworthia*, *Hoya*, *Stapelia*, *Sansevieria* и др. Во избежание теплового шока у растений в летнее время кровля оранжереи затягивается притеночными сетками.

В грунтовых экспозициях вероятность получения ожогов летом значительно снижается, увеличивается устойчивость растений к вредителям и болезням. Наибольшую устойчивость проявляют среднерослые и высоко-рослые виды, миниатюрные виды сильнее страдают от инфекций и вредителей. В качестве дополнительного агротехнического приема, повышающего устойчивость растений к условиям закрытого грунта степной зоны юга России, можно рекомендовать мульчирование приствольных кругов мелким гравием и галькой во избежание пересыхания. Для предотвращения физиологических нарушений, борьбы с инфекциями и вредителями в экспозициях используется комплекс защитных и профилактических мероприятий.

В течение шести лет после закладки основы экспозиции растений аридных областей планеты продолжается работа по ее расширению и совершенствованию. Ежегодно высаживаются новые виды суккулентов и кактусов, дополняются родовые комплексы агавы, алоэ, крестовник, крассула, эхеверия, сансевиерия, молочай и др.

Экспозиция «Растения аридных зон Земли» используется для экспонирования биологического разнообразия растений при проведении научной, учебной и просветительской работы; коллекционные фонды суккулентных растений, как часть коллекции тропических и субтропических растений, являются базой научно-учебного процесса студентов ЮФУ.

#### Список литературы

1. Васильева И. М., Удалова Р. А. Суккуленты и другие ксерофиты в оранжереях Ботанического сада Ботанического института им. В. Л. Комарова (Коллекция растений аридных областей Земли) / И. М. Васильева, Р. А. Удалова. – СПб: Росток, 2007. – 416с.
2. Петушкова Т. А. Коллекция суккулентов в оранжереях Ботанического сада Ростовского государственного университета // Биологическое разнообразие и интродукция суккулентов. СПб: ООО «Норд-Дизайн», 2004. С. 68-70.

УДК 58.006:582.715

**КОЛЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА CRASSULACEAE J. ST.-HIL. ОРАНЖЕ-  
РЕЙНОГО КОМПЛЕКСА ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА**

Руслан Анатольевич ЗАГУМЕННЫЙ, Александра Викторовна НИКОЛАЕВА

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Донецкий ботанический сад», г. Донецк

e-mail: nikolaeva19781905@gmail.com

THE COLLECTION OF PLANTS OF THE CRASSULACEAE FAMILY J. ST.-HIL. OF  
THE GREENHOUSE COMPLEX OF DONETSK BOTANICAL GARDEN

Ruslan A. ZAGUMENNY, Aleksandra V. NIKOLAEVA

Federal State Budgetary Scientific Institution "Donetsk Botanical Garden", Donetsk, DPR

**Аннотация.** Проведен систематический обзор растений семейства Crassulaceae J.St.-Hil. в коллекции суккулентных растений Донецкого ботанического сада. Показана история формирования коллекции растений семейства Crassulaceae в Донецком ботаническом саду. Отмечена специфичность данной коллекции, обусловленная наличием в ней эндемичных и исчезающих видов. Выявлены научные принципы формирования коллекции семейства Crassulaceae, а также их значение для сохранения и поддержания природного разнообразия данного семейства.

**Ключевые слова:** Донецкий ботанический сад, коллекция, семейство Crassulaceae, суккуленты, эндемики.

**Abstract.** The paper presents a systematic review of plants of the family Crassulaceae J.St.-Hil. in the collection of succulent plants of the Donetsk Botanical Garden. The history of the formation of a collection of plants of the Crassulaceae family in the Donetsk Botanical Garden is shown. The specificity of this collection is explained by the presence of endemic and endangered species in it. The study has focused on scientific principles of formation of plant collection of the Crassulaceae family, as well as their importance for the preservation and maintenance of the natural diversity of this family.

**Keywords:** Donetsk Botanical Garden, collection, Crassulaceae family, succulents, endemics.

**Введение.** Толстянковые относятся к суккулентам – экологической группе растений, приспособившихся в процессе эволюции к жизни в условиях аридного климата. В семейство входят более 30 родов и 1500 видов, распространенных очень широко, но преимущественно в засушливых областях юга Африки и Северной Америки. В научном плане представители данного се-

мейства, как и суккуленты в целом, вызывают значительный интерес в отношении их адаптационных приспособлений (наличие в тканях фотосинтезирующих органов водозапасающей ткани, утолщенная кутикула, восковой налет, заглубленные в лист устьица), обеспечивающих чрезвычайно высокий уровень приспособления к жизни в экстремальных условиях (высокие дневные температуры со значительным уровнем интенсивности освещения при остром дефиците влаги). Особый научный интерес к толстянковым вызывает их адаптационная специфика приспособления к фотосинтезу в экстремальных условиях (Crassulacean Acid Metabolism). Кроме того, значительному научному и практическому интересу способствует исключительная способность всех представителей семейства толстянковых к вегетативному размножению, обеспечивающая их высокую жизнеспособность, при этом особенно интересен процесс «вивипарии» – развитие из тканей листовых пластинок молодых растений, который присущ некоторым представителям рода *Kalanchoe*.

Многие толстянковые являются высокодекоративными растениями и, в связи с этим, представляют значительный интерес в качестве объектов для культуры открытого и закрытого грунта. Помимо этого, толстянковые применяются и в иных сферах деятельности человека. Так, листья толстянки серебристой (*Crassula ovata* (Mill.) Druce) используются в качестве корма для животных в Южной Африке. Также некоторые виды данного семейства, такие, как каланхое Дегремона (*Kalanchoe daigremontiana* Raym.-Hamet & N. Perrier) и каланхое перистое (*Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers.) представляют интерес для медицины, так как их листья широко применяются при лечении различных заболеваний (Виноградова, 1982).

Как известно, представители семейства толстянковые широко распространены во многих регионах Земли с преобладанием видового состава в тропиках и субтропиках (Левин, 2004), однако, под воздействием все возрастающей антропогенной нагрузки, а также в связи с массовым изъятием растений из дикой природы для частных коллекций, происходит катастрофическое уменьшение как в количественном отношении, так и в видовом составе представителей данного семейства, что в дальнейшем может привести к невосполнимой утрате многих его видов, зачастую обладающих уникаль-



ными, еще не изученными полезными свойствами. Данные факторы обусловили внесение многих видов данного семейства в Красный список МСОП с присвоением им различного охранного статуса. В связи с этим одной из форм сохранения и поддержания природного разнообразия толстянковых является создание и расширение коллекций тропических и субтропических видов данного семейства в ботанических садах.

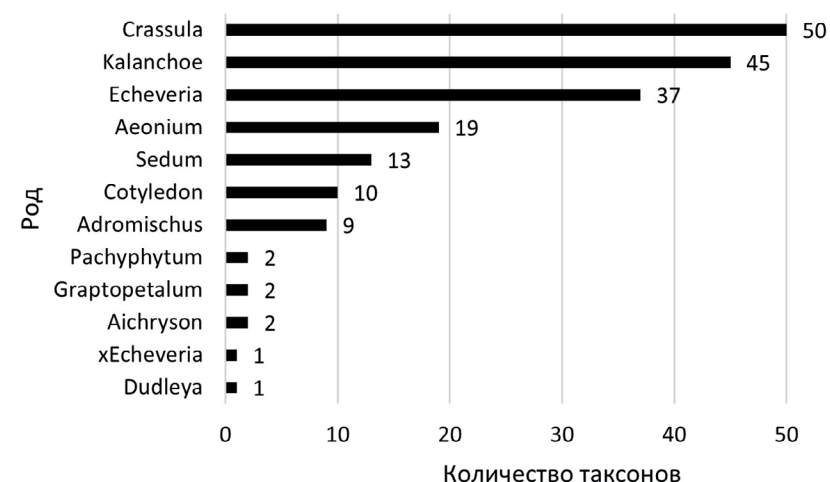
**Методы исследования.** При подготовке работы был использован описательный метод, включающий в себя приемы описания, сравнения и систематизацию коллекции растений семейства толстянковые оранжерейного комплекса Донецкого ботанического сада.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Растения семейства Crassulaceae занимают видное место в коллекции суккулентов Донецкого ботанического сада (ДБС) и составляют 24% видов от общего их количества. Первыми его представителями в ДБС были широко известные в данное время *Crassula portulaca* Lam. (синоним *C. ovata*), полученная в 1970 году черенком от любителя и *Kalanchoe tubiflora* (Harv.) Raym.-Hamet (синоним *K. delagoensis* Eckl. & Zeyh.), поступивший в 1973 году молодым целым растением от любителя.

Крупное поступление представителей данного семейства в коллекцию ДБС зафиксировано в 1976 г. в виде черенков из Ботанического сада Харьковского университета. Затем, начиная с этого периода и до 1993 г., происходило интенсивное пополнение ассортимента толстянковых за счет поступления семян по делектусу из ботанических садов городов Европы. При этом наибольшее количество семян различных представителей семейства Crassulaceae было получено из Дрездена, Эссена, Мюнхена, Марбурга, Берлина (Германия), Гента, Брюсселя (Бельгия) а также из Вацратата (Венгрия). Также единичные поступления в коллекцию семян различных видов толстянковых были из ботанических садов Осло (Норвегия) и Коимбры (Португалия). В дальнейшем пополнение видового ассортимента коллекции происходило по большей части поступлением черенков из ботанических садов Санкт-Петербурга, Минска, Ростова-на-Дону, Киева, Харькова, Одессы (Горницкая и др., 1999), а также от коллекционеров – любителей.

По результатам инвентаризации 2022 г. в коллекции ДБС семейство

Crassulaceae представлено 191 таксоном из них 28 внутривидовых таксонов и 44 культивара относящихся к 12 родам (рис. 1).



**Рис 1.** Систематический состав (количество таксонов и родов) семейства Crassulaceae в коллекционном фонде растений Донецкого ботанического сада в 2022 г.

Наиболее широко представлены роды: *Crassula* L. (50 таксонов) и *Kalanchoe* Adans. (45 таксонов) и *Echeveria* DC. (37 таксонов). Ряд родов данного семейства представлен незначительным количеством таксономических единиц: *Aeonium* Webb & Berthel. (19), *Echeveria* (16), *Sedum* L. (13), *Cotyledon* L. (10), *Adromischus* Lem. (9) и одним двумя таксонами представлены роды: *Aichryson* Webb & Berthel., *Graptopetalum* Rose, *Pachyphytum* Link, Klotzsch & Otto, *Dudleya* Britton & Rose.

Специфика данной коллекции состоит в наличии узкоареальных, произрастающих только в определенных местах, видов. Так, в коллекции имеются 12 видов рода *Kalanchoe*, являющихся эндемиками острова Мадагаскар, 3 вида рода *Aeonium* эндемичны для Канарских островов и 3 вида рода *Sedum* – для Мексики. При этом особый интерес представляют имеющиеся в коллекции редкие и исчезающие в природных ареалах виды, внесенные в Красный список МСОП. В коллекции представлены 4 вида, находящиеся под угрозой

исчезновения, из которых 2 относится к категории уязвимых (VU) – *Aeonium balsamiferum* Webb & Berth. и *Kalanchoe beharensis* Drakeet Castello и 2 – к категории исчезающих (EN) – *Aeonium gomerense* (Praeger) Praeger. и *Kalanchoe daigremontiana* Hametet.Perr.

**Заключение.** Таким образом, на данном этапе состав коллекции растений семейства Crassulaceae в ДБС имеет относительно длительную историю формирования и является довольно обширным и представительным. В целом состав данного семейства основывается на принципах научного формирования коллекций растений закрытого грунта: систематическом, географическом, морфологическом, а также природоохранном (Васильева и др., 2007), способствующим сохранению генофонда растений, а также расширению и углублению просветительской деятельности ДБС на базе коллекций тропических и субтропических видов суккулентных растений.

#### Список литературы

1. Васильева И.М., Удалова Р.А. Суккуленты и другие ксерофиты в оранжереях Ботанического сада Ботанического института им. В.Л. Комарова (Коллекция растений аридных областей Земли). // –СПб.:Росток, 2007. – 416 с.
2. Виноградова В.М. Семейство толстянковые (Crassulaceae) // Жизнь растений: в 6 т./ гл. ред. А.Л. Тахтаджян. // – М.: Просвещение, 1982. – Т.5, Ч.2: – С. 163–166.
3. Горницкая И.П., Ткачук Л.П., Бессараб И.В., Великоридько Т.И., Листрова Т.Л., Ткаченко Т.Н. Итоги интродукции тропических и субтропических растений в Донецком ботаническом саду НАН Украины: в 2 т. // – Донецк: Донбасс, 1999. — Т.2. — 288 с.
4. Левин Г.М. Суккуленты: номинация, классификация и эволюция // Известия ОГАУ. – 2004. – №4-1. – С. 58-61.

УДК 58.006

#### КОЛЛЕКЦИЯ СУККУЛЕНТНЫХ РАСТЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН БЕЛАРУСИ

Екатерина Сергеевна КОСМАЛЬСКАЯ, Валентина Николаевна ЧЕРТОВИЧ

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

e-mail: g-neon@tut.by

#### COLLECTION OF SUCCULENT PLANTS OF THE CENTRAL BOTANICAL GARDEN OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF BELARUS

Ekaterina S. KOSMALSKEYA, Valentina N. CHERTOVICH

Central Botanical Garden of NAS of Belarus, Minsk, Belarus

**Аннотация.** В работе излагается краткая история формирования коллекции суккулентных растений в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси, отмечается количественный и качественный состав, приводятся результаты наблюдения.

**Ключевые слова:** суккуленты, коллекция, растения

**Abstract.** The paper presents a brief history of the formation of a collection of succulent plants in the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, notes the quantitative and qualitative composition, and presents the results of observation

**Keywords:** succulents, collection, plants.

Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси был основан в 1932 году. Первые теплицы, построенные к 1936 году, позволили начать работу по привлечению в коллекцию субтропических и тропических растений. Создателем и первым куратором коллекции тропических и субтропических суккулентов была Прасковья Игнатьевна Левданская. К началу Великой Отечественной войны в созданной ею коллекции закрытого грунта насчитывалось около 60 видов суккулентных растений (Н.В. Богдан, 2004). В числе первых были интродуцированы *Fourcroya gigantea* (Vent.) Hook., *Agave fourcroydes* Lem. (Палермо, 1937 г.) и *A. americana* L. (Варшава, 1937 г.) (Е. А. Сидорович, 1982). В период Великой Отечественной войны коллекция была практически уничтожена, к ее восстановлению приступили только в 50-е годы. (Богдан, 2004).

В 1960 г. в группе суккулентов было уже 117 таксонов, из них 49 видов семейства Sactaceae Juss. В этот период его составляли преимущественно представители родов *Mammillaria* Haw., *Opuntia* Mill., *Echinopsis* Zucc., *Cereus* Mill.,

*Rhipsalis* Gaertn. Коллекция пополнилась новыми семействами: Aizoaceae Martinov, Cucurbitaceae Juss., Geraniaceae Juss., Lamiaceae Martinov, Vitaceae Juss., Welwitschiaceae Caruel. Построенные в 1960-е гг. научно-производственные теплицы, позволили распределить растения фондовой оранжереи по определенному принципу, улучшить условия их выращивания. Основное внимание стало уделяться привлечению кактусов. В результате этого к 1978 г. коллекция насчитывала уже 500 видов. (Е. А. Сидорович, 1982). Начиная с 1981 г. и до 2000 г., коллекция активно пополнялась новыми семействами, в том числе Аросунасеae, Didiereaceae, представленные эндемиками острова Мадагаскар *Pachypodium lamerei* Drake, *Alluaudia procera* (Drake) Drake. Семейство Сactaceae пополнилось 45 новыми родами, такими, как *Arequipa* Britton & Rose, *Aztekium* Boed., *Carnegiea* Britton & Rose, *Denmoza* Britton & Rose, *Haageocereus* Backeb., *Cephalocereus* Pfeiff. и др.

Современная коллекция сформирована из экземпляров, появившихся благодаря международному обмену. Значительная часть образцов была получена из ботанического сада Ботанического института имени В.Л. Комарова РАН (Санкт-Петербург). Определенную роль в формировании коллекции сыграл обмен семенным и посадочным материалом с ботаническими учреждениями Латвии (Саласпилс), Монако, Берлина (Dahlem, Германия), Вены (Австрия), Вагенингена (Голландия) и Льежа (Бельгия) (Богдан, 2004). Также большой вклад в пополнение коллекции внесли частные коллекционеры.

Суккулентность присуща представителям более 50 семейств растительного мира, в то время как современная коллекция суккулентных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси представлена 27 семействами, включая 221 род и 841 вид. Группа характеризуется большим разнообразием жизненных форм, среди которых существуют кустарники, полукустарники, древовидные, лиановидные, стелющиеся и многолетние травянистые формы. В коллекции представлено биологическое разнообразие аридных зон Северной и Южной Америки, Африки. Коллекция размещена в одной из секций фондовой оранжереи Центрального ботанического сада НАН Беларуси площадью 206 м<sup>2</sup>. Наиболее заметны в коллекции следующие семейства: Сactaceae – 97 родов и 358 видов, Сrassulaceae J.St.-Hil. – 19 родов и 172 вида, Xanthorrhoeaceae Dumort. – 4 рода и 89 видов, Аsparagaceae Juss. – 10

родов и 57 видов, Аizoaceae – 21 род и 47 видов, Аросунасеae Juss. – 10 родов и 23 вида, Еuphorbiaceae Juss. – 4 рода и 43 вида.

В генофонде коллекции сохраняются редкие и исчезающие виды мировой флоры, в том числе, включая список приложений CITES: – Приложения I: *Ariocarpus agavioides* (Castañeda) E.S. Anderson, *Astrophytum asterias* (Zucc.) Lem., *Aztekium ritteri* (Boed.) Boed., *Discocactus araneispinus* Buining & Brederoo, *Turbincarpus polaskii* Backeb., *T. alonsoi* Glass & S. Arias, *T. pseudomacrolele* subsp. *krainzianus* (G. Frank) Glass, *T. laui* Glass & R.A. Foster, *T. swobodae* Diers & Esteves, *T. roseiflorus* Backeb., *T. pseudomacrolele* (Backeb.) Buxb. & Backeb., *T. gielsdorfianus* (Werderm.) John & Riha, *T. schmiedickeanus* subsp. *klinkerianus* (Backeb. & W. Jacobsen) Glass & R.A. Foster, *T. schmiedickeanus* subsp. *macrolele* (Werderm.) N.P. Taylor, *Aloe bellatula* Reynolds, *A. descoingsii* Reynolds, *A. pillansii* L.Guthrie, *A. rauhii* Reynolds, *A. polyphylla* Pillans, *Euphorbia decaryi* Guillaumin; – Приложения II: все виды сем. Сactaceae Juss., кроме тех видов, которые вошли в приложение I и интродуцированных видов рода *Opuntia* (Tourn.) Mill., *Agave victoriae-reginae* T. Moore, все виды рода *Euphorbia* L., кроме гибрида *E. trigona* Mill., все виды рода *Aloe* L., кроме тех видов, которые вошли в Приложение I и *Aloe vera* (L.) Burm., все виды рода *Anacampseros* L., *Alluaudia procera* Drake, *A. montagnacii* Rauh. (Привалов, 2019).

Большое внимание в последние годы уделяется видовому и родовому разнообразию семейства Сactaceae. Благодаря посеву семян, международному обмену в ходе командировок, получению в дар экземпляров от частных коллекционеров роды *Gymnocalycium* Pfeiff. ex Mittler, *Turbincarpus* (Backeb.) Buxb. & Backeb., *Astrophytum* Lem. значительно расширили видовой состав. В коллекции появились такие ценные виды как *Stetsonia coryne* (Salm-Dyck) Britton & Rose, *Ariocarpus retusus* Scheidw., *A. retusus* subsp. *trigonus* (F.A.C.Weber) E.F.Anderson & W.A.Fitz Maur. и вид, который по данным The IUCN Red List находится под угрозой исчезновения, – *Obregonia denegrii* Frič.

Не меньше внимания уделялось пополнению семейства Аizoaceae, в результате чего в коллекцию добавились такие роды, как: *Lithops* N.E.Br., *Pleiospilos* N.E.Br., *Rhinophyllum* N.E.Br., *Rhombophyllum* (Schwantes) Schwantes, *Titanopsis* Schwantes, *Frithia* N.E.Br., *Fenestraria* N.E.Br., *Bijlia* N.E.Br., *Conophytum* N.E.Br., *Ophthalmophyllum* Dinter & Schwantes, *Lampranthus* N.E.Br.

Ведутся наблюдения за ростом и развитием суккулентных растений в условиях фондовой оранжереи. Ежегодно отмечается цветение растений, относящихся к 120 видам, около 30 видов дают семенной материал, который используется для обмена и выращивания растений для реализации.

В группу весенне-летнего цветения входят представители родов *Aylostera* Speg., *Gymnocalycium*, *Turbincarpus*, *Echinofossulocactus*, *Echinopsis*, *Acanthocalycium*, *Rebutia*, *Blossfeldia*, *Mammillaria*, *Parodia*, *Echinocereus*, *Astrophytum*, *Copiapoa*, *Obregonia*, *Ariocarpus*, *Haworthia*, *Gasteria*, *Echeveria*, *Adromischus*, *Anacampseros*; в осенне-зимний период отмечается ежегодное цветение представителей родов *Rhipsalis*, *Epiphyllum*. В 2021 г. отмечено цветение 22-летней *Manfreda guttata* (Jacobi & C.D.Bouché) Rose, черенок которой был получен из БИН им. Комарова, г. Санкт-Петербург. В период осень-зима 2022–2023 гг. было отмечено цветение 23-летней *Agave pendula* Schnittsp, выращенной из семян.

Стабильное плодоношение отмечено у представителей родов *Turbincarpus*, *Mammillaria*, *Parodia*, *Stapelia* (*P. ayopayana* Cardenas, *P. comarapana* Cardenas и *S. grandiflora* Mas. способны давать самосев), *Gymnocalycium*, *Senecio*, *Harrisia*, *Gymnocalycium*, *Senecio*, *Melocactus*, *Opuntia*.

Коллекционный фонд суккулентных растений Центрального ботанического сада широко используется в научных и общеобразовательных целях, является источником изучения и внедрения новых видов в практику озеленения, обновления композиционных решений. Содержание в коллекции редких и исчезающих видов позволяет сохранять биоразнообразие суккулентных растений.

#### Список литературы

1. Н.В. Богдан, И.К. Володько, Н.Л. Королева. История создания и состав коллекции кактусов и других суккулентов закрытого грунта Центрального ботанического сада НАН Беларуси // Биологическое разнообразие и интродукция суккулентов: Материалы Первой международной научно-практической конференции. — Санкт-Петербург, БИН РАН. — СПб: 2004. — 13-15 с.
2. Е. А. Сидорович (отв. ред.) и др. Итоги интродукции растений в Белорусской ССР (к 50-летию ЦБС АН БССР) // Минск: Наука и техника, 1982. — 100-101 с.
3. Ф. И. Привалов (гл. ред.) и др. Генетические ресурсы растений в Беларуси: мобилизация, сохранение, изучение и использование // РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» — Минск: Четыре четверти, 2019. — 452 с.
4. The IUCN Red List сайт. — URL: <https://www.iucnredlist.org/> (дата обращения: 29.05.2023).
5. The Plant List сайт. — URL: <http://www.theplantlist.org> (дата обращения: 29.05.2023).

УДК 58.006; 58.035; 58.02

## ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОССИЙСКИХ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ В ОРАНЖЕРЕЯХ И БОТАНИЧЕСКИХ САДАХ

Дмитрий Юрьевич КАРАКАЙТИС<sup>1</sup>, Татьяна Николаевна ЛИСИНА<sup>2</sup>,  
Андрей Владимирович ВОЛКОВ<sup>3</sup>, Ольга Юрьевна МИРОНОВА<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ООО "Группа Компаний «Световые и Электрические Технологии» (ООО «ГК «СЭТ»);

<sup>2</sup> Лаборатория агробиофотоники Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения РАН;

<sup>3</sup> НОЦ – Ботанический сад МГУ.

e-mail: [dir@ecoled.bio](mailto:dir@ecoled.bio)

## THE PRACTICE OF USING RUSSIAN LED LAMPS IN GREENHOUSES AND BOTANICAL GARDENS

Dmitry Yurievich KARAKAYTIS<sup>1</sup>, Tatyana Nikolaevna LISINA<sup>2</sup>,  
Andrey Vladimirovich VOLKOV<sup>3</sup>, Olga Yuryevna MIRONOVA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> LLC «Group of companies «Lighting and Electrical Technologies» (LLC «GK «LET»);

<sup>2</sup> Perm Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (PFRC UB RAS).

<sup>3</sup> REC - Botanical Garden of MSU.

**Аннотация.** В статье рассматриваются условия применения светодиодных источников освещения в ботанических садах и оранжереях. Даны характеристики оборудования и опыт их применения.

**Ключевые слова:** светодиодные светильники, искусственное досвечивание, оранжереи, ботанический сад, суккуленты, тропические растения, фитосветильники «ECOLED-BIO», ООО «ГК «СЭТ», МГУ им. М.В. Ломоносова.

**Abstract.** The article discusses the conditions for the use of LED lighting sources in botanical gardens and greenhouses. The characteristics of the equipment and the experience of their application are given.

**Keywords:** LED lamps, artificial illumination, greenhouses, botanical garden, succulents, tropical plants, phytolights «ECOLED-BIO», LLC «GK «LET», Lomonosov Moscow State University.

Оранжереи и ботанические сады — это уникальное место, где можно создать оптимальные условия для растений в искусственной окружающей среде. Для успешного роста и развития растений необходимо обеспечить достаточное количество питательных веществ, влаги и света. Это требует определенных научных знаний, умений и опыта, так как условия постоянно меняются в течение суток и года.

Что касается освещения в ботаническом саду или оранжерее, то оно должно быть равномерным, стабильным и достаточным. В зависимости от местоположения в осенне-зимние месяцы естественного света может не хватать, поэтому необходимо использовать искусственное освещение (досвечивание). Как правило, для этого используются специализированные тепличные светильники, которые обеспечивают оптимальное количество света для каждого вида растений. При выборе светильников необходимо учитывать их параметры, которые могут влиять на рост и развитие растений. Это может быть, как мощность излучения, так и время их работы. Так же желательно установить автоматическую систему контроля освещения, которая будет регулировать мощность излучения в зависимости от времени суток и этапа роста растений. Это позволит дополнительно сэкономить на расходе электроэнергии.

Традиционно как в тепличном освещении, так и в освещении оранжерей применяются светильники с ртутными натриевыми лампами высокого давления типа ДНаТ и ДНаЗ. Однако, в последнее время нарастающим трендом в досветке растений является применение светодиодных (LED) источников света [1]. Светильники на базе светодиодов имеют ряд неоспоримых преимуществ перед традиционными натриевыми источниками излучения:

- возможность формировать разный спектр свечения светильника путем использования в светильнике диодов с излучением в разных диапазонах ФАР;
- возможность регулирования спектра свечения одновременно с диммированием мощности светильника
- возможность применения светильников вблизи растений, не вызывая ожогов и повреждений.

Изменяя параметры освещения, можно воздействовать на биохимические и физиологические процессы в растениях, в том числе на фотосинтез.

При выращивании растений в ботанических садах и оранжереях имеется ряд особенностей ввиду того, что в них, как правило, выращиваются либо исчезающие виды растений, либо экзотические растения, например, суккуленты, цитрусовые, пальмы, орхидеи, фикусы и др. Основной задачей является сохранение биоразнообразия редких и исчезающих тропических растений, их

уникальных свойств, индивидуального внешнего вида в защищенном грунте.

Какое же светодиодное (LED) освещение необходимо таким растениям как суккуленты при выращивании?

Суккуленты – группа однолетних и многолетних растений, имеющие различные жизненные формы с круглогодичной или сезонной вегетацией. Наличие сочных мясистых тканей способствует накоплению воды, что делает растения независимыми от постоянного доступа к ней [2]. В первую очередь им необходимо обеспечить требуемый уровень освещенности. Так как суккуленты светолюбивые растения они нуждаются в большом количестве света для успешного роста и развития. В зависимости от вида и условия выращивания требуется до 2000 люкс/м<sup>2</sup> «белого света».

Очень важна цветовая температура излучения, измеряемая в кельвинах (К) и чаще всего используемая в диапазонах от 2700К до 6500К. Более теплый цвет свечения 2700К-3500К (Рис.1) идеально подходит для цветущих растений, а для нецветущих подойдет от 5000К до 6500К (Рис.2).

В среднем по году суккуленты требуют до 6 часов досвечивания в сутки в случае выращивания в оранжереях с доступом естественного света, а в случае выращивания в закрытых помещениях до 12–14 часов работы системы искусственного освещения.

Вышеуказанный «рецепт» досветки светильниками «белого света» при условии применения полноспектральных светодиодов эффективностью выше 140 лм/Вт является на сегодняшний день универсальным базовым решением при выращивании основного большинства оранжерейных растений.

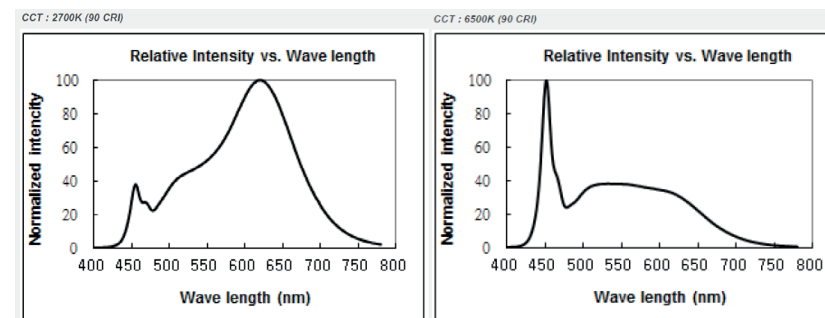


Рис. 1. Спектрограмма светодиода белого свечения температурой 2700К

Рис. 2. Спектрограмма светодиода белого свечения температурой 6500К



Рис. 3. Применение светодиодных светильников с диодами полного спектра в оранжерее Раменского района Московской области

Разные производители светодиодных источников освещения Osram, Cree, Samsung, LumiLeds, Seoul Semiconductor и другие предлагают подобные диоды. В основном в производстве светодиодных фитосветильников используются диоды в типовых корпусах.

Успешным опытом применения данного спектрального решения можно назвать оранжерею по выращиванию цитрусовых и тропических растений в Раменском районе Московской области (Рис.3), где были установлены фитосветильники «ECOLED-BIO 240 F-RING (SP2)» производства ООО «ГК «СЭТ».

Следует отметить, что универсальные решения — это всегда и усредненные результаты, поэтому для развития уникальных особенностей растений или получения выдающихся результатов требуется корректировка спектрограммы излучения светильника. Это возможно достичь посредством создания мультиспектральных светильников путем добавления к белым полноспектральным диодам дискретных светодиодов, имеющих пиковые значения свечения длинами волн в 420, 440, 660, 730 нм в корпусе 3535, имеющем высокую степень светоотдачи. Данные светодиоды устанавливаются в разных пропорциях в отношении полноспектральных диодов белого света в зависимости от поставленной задачи.

После проведения обширных исследований корпорация Samsung определила, что спектр белого свечения с добавленным красным и синим спектром дает лучшие результаты при выращивании растений и при этом позволяет снизить общие затраты электроэнергии в целом. Широкий спектр белых светодиодов Samsung, включая синий (420-440 нм), зеленый (500-550 нм), желтый (550-620 нм) и красные светодиоды определенной длины волны (660 нм и 730 нм), может обеспечить оптимальное освещение для улучшения роста растений (Рис.4).

Успешным опытом применения светильников производства компании ООО «ГК «СЭТ» марки ECOLED-BIO 320 F-RING (SP1)» высокой мощности (320Вт) со спектром: «полноспектральные белые диоды» + диоды 660 нм, можно считать досветку в оранжереях НОЦ-Ботанического сада МГУ.

Работа выполнена в рамках государственного задания, номер государственной регистрации НИОКТР 122031100058-3.

#### Список литературы:

1. Эшдаун Я., Рентюк В. Светодиодное освещение для растениеводства Полупроводниковая светотехника. 2015. Т. 4. № 36. С. 24-29.
2. Левин Г.М. Суккуленты: номинация, классификация и эволюция // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2004. – № 4(4). – С. 58–61.



Рис.4. Влияние спектров света на рост и развитие растений

УДК 58.006

**КОЛЛЕКЦИЯ СУККУЛЕНТНЫХ РАСТЕНИЙ В ИНСТИТУТЕ  
ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ ИМ. К.А. ТИМИРЯЗЕВА РАН, МОСКВА**

Петр Владимирович ЛАПШИН

*ФГБУН Институт физиологии растений им. К.А.Тимирязева РАН, Москва*

*e-mail: p.lapshin@mail.ru*

COLLECTION OF SUCCULENT PLANTS OF THE K.A. TIMIRYAZEV  
INSTITUTE OF PLANT PHYSIOLOGY RAS, MOSCOW

Peter V. LAPSHIN

*K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology of the Russian Academy of Sciences, Moscow*

**Аннотация.** В статье дана характеристика коллекции суккулентов ИФР РАН, рассказано об особенностях содержания растений в условиях институтского Фитотрона. Приведен комплекс агротехнических приемов по культивированию суккулентов в закрытом грунте: летнее и зимнее содержание, освещенность, поддержание температуры, размножение, субстраты.

**Ключевые слова:** коллекция суккулентов, закрытый грунт, культивирование, агротехнические приемы.

**Abstract.** The report describes the collection of succulents of the Timiryazev Institute of Plant Physiology RAS in Moscow. Peculiarities of plant maintenance in the conditions of the Institute Phytotron. A complex of agrotechnical techniques for cultivation in closed ground: summer and winter conditions, illumination, temperature maintenance, reproduction, substrates.

**Keywords:** collection of succulents, closed ground, cultivation, agrotechnical techniques.

Коллекция суккулентов в отделе Биологии клетки и биотехнологии ИФР РАН является одной из крупных коллекций листовых суккулентов в России, и сопоставима с ведущими коллекциями сочных ксерофитов отечественных ботанических садов. Характеристика коллекции: в условиях закрытого грунта в постоянно вегетирующем состоянии поддерживается около 1300 таксономических единиц сочных ксерофитов – суккулентов, принадлежащих более чем к 24 семействам высших растений, основными из которых являются Толстянковые (*Crassulaceae*), примерно половина всех таксонов, Асфodelовые (*Asphodelaceae*) и Кактусы (*Cactaceae*).

Наша коллекция уникальна по составу и разнообразию растений и включает суккулентных представителей из всех аридных областей нашей планеты: Африки, Евразии, Северной и Латинской Америки. В коллекции имеются в значительном количестве редкие, исчезающие и сокращающие свою чис-

ленность в природе виды, упомянутые в Красных книгах различного уровня.

Коллекция зарегистрирована в России как «Уникальная научная установка» с номером USU\_582774.

У сотрудников коллекции налажено сотрудничество по обмену посадочным материалом с ведущими отечественными ботаническими организациями, например: НОЦ – Ботанический сад Биологического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова (Москва); Никитский ботанический сад (Ялта); Ботанический сад Биологического института им. В.Л.Комарова РАН (Санкт-Петербург), Центральный сибирский ботанический сад СО РАН (Новосибирск) и другие.

При наличии административной поддержки живая коллекция сочных ксерофитных (суккулентных) растений может быть использована для достижения следующих целей:

- участие в создании национального потенциала рационального использования биологических и генетических ресурсов и сохранении мирового биологического разнообразия высших растений;
- образцы из коллекции могут быть использованы как объекты для исследований по изучению физиологических, биохимических и молекулярных механизмов выживания. Суккуленты в ходе эволюции приобрели глубокую специализацию к экстремальным природным условиям;
- поиск растений-продуцентов ценных биологически активных соединений, имеющих биотехнологический/медицинский интерес;
- источник биологических материалов для разноплановых научных исследований;
- популяризации достижений физиологии и экспериментальной биологии растений.

УДК 58.006

## ИСТОРИЯ КЛУБНОГО КАКТУСОВОДЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ В РОССИИ:

ВАЛЕРИЙ МИХАЙЛОВИЧ СЕРОВАЙСКИЙ

Петр Владимирович ЛАПШИН

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

e-mail: p.lapshin@mail.ru

THE HISTORY OF THE CACTUS CLUB MOVEMENT IN RUSSIA:

V. M. SEROVAISKY

Peter V. LAPSHIN

*K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology of the Russian Academy of Sciences, Moscow,*

**Аннотация.** Валерий Михайлович Серовайский (родился в 1941 году) - кактусист с 50-тилетним стажем, живая легенда любительского кактусоводства, активный участник клубного движения в СССР, владелец большой коллекции кактусов и других суккулентов (пос. Загорянка Московской области) расскажет об истории клубного кактусоводческого движения в России.

**Abstract.** Valery Serovaysky (born in 1941) cacti work experience about 50 years, a living legend of amateur cactus farming, an active participant in the club movement in the USSR, the owner of a large collection of cacti and other succulents. He will tell about the history of the cactus club activity in Russia.

В.М. Серовайский пришел в Московский клуб любителей кактусов при Московском отделении "Общества охраны природы" в 1972-м году, стал председателем этого клуба с 1997 по 1999-й год.

Был хорошо знаком с основательницей секции Любителей кактусов "Московского общества испытателей природы" (МОИП) Ириной Александровной Залетаевой, являвшейся автором первого книжного бестселлера о кактусах в Советском союзе "Книга о кактусах" (1972, издательство Колос).

В 1988 году на Всесоюзной конференции кактусистов, организованном Киевским клубом, где собралась дружная компания со всего Союза (157 делегатов от 69 клубов из 9 союзных республик), при всеобщем энтузиазме было принято важное решение об организации Всесоюзного объединения клубов любителей кактусов - ВОКЛК. Большинство российских клубов присоединились к этой организации. В.М. Серовайский вошел в совет этого объединения, поскольку имел многочисленные контакты с лидерами региональных клубов любителей кактусов, но после развала СССР это объединение закрылось.

В 1999 году В.М.Серовайский вместе с Иннокентием Евгеньевичем Синевым принимал активное участие в создании еще одного объединения: "Российского общества по изучению кактусов и других сухолюбивых растений" (РОИКС), как продолжателя ВОКЛК, с членством не региональных клубов, а с персональным, основанным на подписке на новый любительский журнал о суккулентных растениях: "Кактусы и другие сухолюбивые растения". Журнал издавался с 1999 по 2006 гг., было выпущено 36 номеров формата А4, объемом 40 страниц, в котором публиковались статьи о биологии, культуре, путешествиях в области суккулентных растений. Итоговое оглавление этого издания насчитывает около 500 строк, из них около 250 – это полноценные любительские статьи.

РОИКС – "Российское общество по изучению кактусов и других сухолюбивых растений" работало в Москве наряду с "Московским клубом любителей кактусов" при Биологическом музее им. К.А. Тимирязева, как городской клуб: проводило ежемесячные встречи (в Зоологическом музее МГУ) и по две регулярные выставки в год в Государственном Дарвиновском музее.

В.М.Серовайский, несмотря на преклонный возраст, остается бодрым и позитивным человеком, он десятилетиями был в гуще кактусной жизни, и его рассказ о любительском клубном движении СССР безусловно будет интересным.



## КАКТУСЫ И ДРУГИЕ СУККУЛЕНТЫ В ФИЛАТЕЛИИ

Павел Павлович МЕЛЬНИКОВ

Санкт-Петербургский клуб кактусистов, г. Санкт-Петербург

e-mail: pme@mail.ru

## CACTI AND OTHER SUCCULENTS IN PHILATELY

Pavel P. MELNIKOV

St.-Petersburg Cactus Club, St.-Petersburg

**Аннотация.** Как область коллекционирования филателия возникла в 1840-е годы, после введения в обращение почтовых марок в 1840 году. Филателистические коллекции классифицируются по двум основным направлениям коллекционирования и систематизации: традиционное (классическое, хронологическое) и тематическое (сюжетное) коллекционирование. Марки с растениями, в частности, с кактусами и суккулентами, выпускались двух видов – с названиями и без названий.

**Ключевые слова:** филателия, растения, коллекционирование, условия, среда.

**Abstract.** Philately emerged as a field of collecting in the 1840s, after the introduction of postage stamps in 1840. Philatelic collections are classified into two main areas of collecting and systematization: traditional (classical, chronological) and thematic (plot) collecting. Stamps with plants, in particular, with cacti and succulents, were issued in two types – with and without names.

**Keywords:** philately, plants, collecting, conditions, environment.

**Введение.** Как область коллекционирования филателия возникла в 1840-е годы, после введения в обращение почтовых марок в 1840 году [2, 4]. Некоторые авторы [2] считают, что первый филателист появился в день выпуска первой в мире почтовой марки. Известно, что 6 мая 1840 года Лондонская адвокатская контора «Оливерсон, Денби и Леви» (англ. «Oliverson, Denby and Lavi») отправила в Шотландию письмо с документами, франкированное десятью неразрезанными «Чёрными пенни». На конверте имеется разборчивый оттиск штемпеля «LS.6MY6. 1840». Таким образом, это первая в мире целая вещь с гашением первого дня обращения; в 1992 году на аукционе в Цюрихе этот конверт был продан за 690 тысяч франков [3].

Уже в 1846 году в Англии были известны случаи собирания почтовых марок в большом количестве, в прочем безо всякой системы, например, для оклеивания стен. Систематическое коллекционирование знаков почтовой

оплаты по странам, выпускам и т. д. началось в середине 1850-х годов. Первым филателистом считается живший в Париже гравёр Мансен, который в 1855 году продал свою коллекцию, содержащую почти все выпущенные к тому времени почтовые марки торговцу марками и букинисту Эдарду Лапланту (фр. Edard de Laplante)[14]. Благодаря спросу на почтовые марки появились торговцы, которые занялись продажей марок для целей коллекционирования.

**Классификация коллекций.** Филателистические коллекции классифицируются по двум основным направлениям коллекционирования и систематизации: традиционное (классическое, хронологическое) и тематическое (сюжетное) коллекционирование [1]. Согласно этой классификации, коллекции могут формироваться по нескольким более частным направлениям и соответственно бывают следующих видов:

-Хронологическая коллекция. Почтовые марки и другие филателистические материалы располагаются в такой коллекции в порядке их выпуска в обращение. В хронологическом порядке выпуска марок всех стран мира собирали свои коллекции филателисты XIX века.

- Генеральная коллекция.
- Документальная коллекция.
- Исследовательская коллекция.
- Мотивная коллекция.
- Коллекция по истории почты.
- Коллекция авиапочты.
- Коллекция почтовых гашений.
- Специализированная коллекция.
- Тематическая коллекция.

В филателистической среде традиционное и тематическое направления коллекционирования принято не противопоставлять, а взаимно дополнять.

**Коллекционирование по темам почтовых марок.** Все более частое появление самых разных серий, а также изобретение многоцветной печати привели к тому, что тематический диапазон изображений, размещенных на марках, стал очень широк. Теперь буквально невозможно придумать тему, которая хотя бы однажды не получила отражение на марке какой-нибудь

страны. Тематическое коллекционирование освободило филателию из прежних узких рамок.

Основная идея тематической филателии — группировать марки по темам их рисунков. В 1949 г. была создана Американская тематическая ассоциация, призванная снабжать своих членов перечнями почтовых марок, раскрывающих разные темы. Сегодня в АТА более 50 тыс. членов из почти ста стран, она издала бесчисленное множество буклетов, подробно освещающих самые разные тематики. Это базовые списки, предназначенные для того, чтобы помочь коллекционерам найти марки по интересующим их темам в обычном филателистическом каталоге. Однако в последние годы издатели каталогов начали выпускать и тематические каталоги, полностью иллюстрированные, часто даже в цвете.

Эти издания идут проторенной тропой, раскрывая такие популярные темы, как корабли, самолеты, поезда, автомобили, цветы, животные, птицы, насекомые, спорт, религии и изобразительное искусство, а также международные движения, например, Красный Крест. Есть даже каталоги, дающие полный список почтовых марок с изображением грибов, морских ракушек и насекомых, например бабочек, а также издания, исчерпывающе освещающие игры с мячом или Олимпиаду. Однако многие из этих областей широки, и при выборе темы для своей коллекции важно определиться с границами, в которых вы будете ее разрабатывать. Просто невозможно собрать все марки с изображением, например, птицы. Более разумно сосредоточиться на каком-то одном виде, например, на дроздах или тупиках.

**Первые марки с кактусами.** На первых марках изображали монархов (руководителей страны) и символы государства (гербы). Эти традиции сохраняются до сегодняшнего дня. Рядом с профилем королевы стали появляться рисунки растений. На гербе СССР — колосья. В разных странах были выпущены марки с кактусами и суккулентами с названиями и без, приуроченных различным исторически значимым событиям.

**Значение филателии для коллекционеров кактусов и других суккулентов.** Создатели почтовых марок не могли не заметить огромный интерес к экзотическим растениям и коллекционированию растений и выпустили тысячи марок этой тематики. В этом проявился и коммерческий интерес:



Рис. 1. Марки с кактусами и другими суккулентами, имеющими на марке название

марки с изображением кактусов охотно покупаются любителями растений. Однако, лет через 20 многие виды исчезнут в природе и останутся только в печатной продукции (Рис. 1).

#### Список литературы

1. Horst Berk, Kakteen und andere sukkulenten in der Philatelie//SAGA Werbeagentur, Muenster – 1991 – 2. Auflage
2. <https://www.arge-philatelie.de/>
3. <http://www.succulentophila.de/philatelie/album/inhalt.html>
4. <https://post-marka.ru/>
5. <https://colnect.com/ru/stamps/countries/theme/2995-Кактусы> [colnect.com/ru/stamps/list/theme/2995-Кактусы](https://colnect.com/ru/stamps/list/theme/2995-Кактусы)

## БИОТЕХНОЛОГИЯ СУККУЛЕНТОВ

Ольга Юрьевна МИРОНОВА

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Биологический факультет, НОЦ – Ботанический сад МГУ, г. Москва

e-mail: olgmirr@mail.ru

## BIOTECHNOLOGY OF SUCCULENTS

Olga Yu. MIRONOVA

Lomonosov Moscow State University Faculty of Biology REC – Botanical Garden of Moscow State University, Moscow

**Аннотация.** В работе кратко рассмотрены основные направления научно-исследовательских и производственных работ в биотехнологии суккулентов в мире. Выделены факторы, влияющие на рост и развитие растений данной группы в условиях *in vitro*.

**Ключевые слова:** суккуленты, *in vitro*, клональное микроразмножение, хавортия, каланхоэ, адаптация, МГУ им. М.В. Ломоносова.

**Abstract.** The paper briefly discusses the main directions of research and production work in the biotechnology of succulents in the world. The factors influencing the growth and development of plants of this group under *in vitro* conditions are identified.

**Keywords:** succulents, *in vitro*, clonal micro-reproduction, *Haworthia*, *Kalanchoe*, adaptation.

Изменение климата, освоение человеком новых территорий, неконтролируемое изъятие растений из природы, длительный период перехода суккулентных растений от ювенильной стадии развития к фертильной, использование растений для еды и медицины снижает количественные и качественные параметры природные популяции. В связи этим стоят проблемы сохранения редких видов и умения их выращивать в искусственных условиях. Также большой интерес вызывают растения, полученные селекционным путем, от гибридов до цветных форм.

Биотехнология растений является одним из успешных способов размножения материала не только для промышленного цветоводства и питомниководства, но и для сохранения биоразнообразия и медицины. Клональное микроразмножение растений активно развивается в Китае, а также в азиатских странах. Высокая конкуренция по качеству и сортименту в цветоводстве, ценовая политика привели к падению цен на некоторые позиции суккулентов.

Например, хавортия Купера с ярко-оранжевыми листьями 2015–2017гг. стоили порядка 1000-2000 \$, сейчас эти растения можно приобрести от 40\$. Снижение цены связано с применением методов биотехнологии китайскими производителями и относительно легким логистическим плечом в другие страны. Нидерланды также поступают с интересующими их видами растений.

Сохранение видовых кактусов и суккулентов является одной из важных задач биотехнологии растений. Некоторые виды кактусов уже занесены в Международную Красную книгу, их перечень из года в год будет только увеличиваться. Некоторые виды сохранены только в Ботанических садах и частных коллекциях.

В настоящее время в России о промышленном выращивании суккулентов *in vitro* открытой информации нет, в библиотеках существует единичные статьи по клональному микроразмножению кактусов и по биохимическому составу данной группы растений. В зарубежной литературе приводятся статьи по промышленному выращиванию кактусов и суккулентов. В качестве питательной среды предлагается основа среды Мурасиге-Скуга (1962), в качестве фиторегуляторов – БАП и ИУК (4). Однако, как правило, авторы не приводят в статьях эмпирический или практический выход растений за определенный период времени.

Целью нашей работы является сохранение коллекции суккулентов НОЦ Ботанический сад МГУ. Объектами служили *Haworthia cooperi*, *Gasteria gracilis* f. *variegata*, Каланхоэ Каландива (каланхоэ Блоссфельда).

В работе придерживались общепринятых методик и технологий (1,2,3). Основой служила питательная среда Мурасиге-Скуга с добавлением фиторегуляторов – БАП, кинетин, НУК, ИУК в различных комбинациях и концентрациях.

Учитывая специфические ареалы произрастания хавортии и гастерии и технологию промышленного выращивания данной разновидности каланхоэ, было сделано прогнозирование технологии. Так в качестве контрольной среды была выбрана питательная среда МС с добавлением 0,5 мг/л БАП + 0,5 мг/л ИУК, сахароза – 20 г/л, агар биологический – 7 г/л. Условия культивирования: температура - +23–28°C в дневное время и +20–22°C в ночное время, освещение – светодиодные светильники (4000К), 12ч день/12 ч ночь.

Первичными эксплантами для выбранных культур служили листовые пластинки, стерилизацию проводили 0,1%-м раствором сулемы с многократным промыванием стерильной дистиллированной водой. Листовые пластинки были порезаны на сегменты размером не менее 0,5×0,5 см и не более 1,5×1,5 см. На питательные среды их размещали или нижней, или верхней частью листа.

Оптимальной питательной средой для инициации первичной регенерации была среда МС + 1 мг/л кинетина+1 мг/л ИУК+20 сахарозы. Первичная регенерация занимала период от 1,5 до 3 месяцев. Как правило, регенерация быстрее происходила на сегментах, расположенных нижней частью листа на поверхности питательной среды. Первичная регенерация была прямой, без формирования каллусных тканей, розетки имели правильную морфологию. Вариегатность гастерий и хавортий сохраняется, однако, время регенерации может достигать 2,5–3 месяцев, у зеленолистных форм формирование розеток начиналось после 1,5 месяцев в культуре *in vitro*. При увеличении концентраций гормонов существует риск потери пестролистности, поэтому фиторегуляторы не использовали в концентрациях, превышающих 2 мг/л каждый. У хавортий и гастерий в среднем формировалось порядка 5–6 дочерних розеток, у каланхоэ – до 25 шт / 1 эксплант.

На этапе введения в культуру *in vitro* было отмечено, что суккулентные растения плохо реагировали на добавление БАП в любых концентрациях, хотя зарубежные исследователи рекомендовали именно данное вещество. В связи с этим все дальнейшие исследовательские работы проводили с применением кинетина.

На этапе микроразмножения перед исследователем/производителем стоит задача получить максимальное количество растений. Однако, используя собственный опыт, переход от микроразмножения к укоренению резких снижением концентраций цитокининов и ауксинов приводит к стрессу, а адаптация микрорастений к грунту вызывает повторный стресс. Оптимальным вариантом для производителя является получение качественного посадочного материала для адаптации, поэтому снижение концентраций питательных веществ происходило уже на этапе микроразмножения. Так снижение минеральных веществ в основе питательной среды МС на 1/3 оказалось оптимальным для получения максимального количества дочерних розеток, концен-

трации сахарозы – 15 г/л, 1 мг/л кинетина + 1 мг/л ИУК. Оптимальное время 1 пассажа составило порядка 3 месяцев. За это время коэффициент размножения в среднем составляет от 1:1 у хавортий и гастерий, 1:15-20 – у каланхоэ.

Основными факторами, ограничивающими рост и развитие молодых розеток, а также их качество можно выделить: «холодный» свет, высокие температуры, низкая концентрация агара.

Светодиодные светильники существенно влияют на качество растений *in vitro*, высокие температуры при полноценном питании приводили к вытягиванию и блеклости формирующихся розеток гастерий и хавортий, высокая концентрация агара способствовала образованию качественной корневой системы.

Полученные микрорастения гастерий и хавортий были адаптированы к почвенным условиям. Наилучшими грунтами служили нейтрализованный торф («Агробалт») и цеолит. Адаптация суккулентных растений составила от 3 недель до 1,5 месяцев.

#### Список литературы

1. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе : Учеб. пособие / Р.Г. Бутенко; МГУ им. М. В. Ломоносова. - Москва : ФБК-ПРЕСС, 1999.
2. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений / Калинин Ф.Л., Сарнацкая В.В., Полищук В.Е. — Киев: Наук. думка, 1980 — 488 с.
3. Практикум по сельскохозяйственной биотехнологии / Калашникова Е.А., Кочиева Е.З., Миронова О.Ю.; Междунар. ассоц. "Агрообразование". - Москва : КолосС, 2006 (Йошкар-Ола : Марийский полигр.-издат. комб.). - 142 с.
4. Klein J., Kyte L. Plants From Test Tubes: An Introduction To Micropropagation – 3rd ed., 2001.

УДК 58.006

**ПОДБОР ОПТИМАЛЬНЫХ СУБСТРАТОВ ДЛЯ СУККУЛЕНТНЫХ РАСТЕНИЙ  
РАЗНЫХ ГРУПП В УСЛОВИЯХ ОРАНЖЕРЕИ  
НОЦ – БОТАНИЧЕСКИЙ САД МГУ**

Ярослав Андреевич МОРОЗОВ

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова  
Биологический факультет, НОЦ – Ботанический сад МГУ, г. Москва,*

*e-mail: weatherist@gmail.com*

**SELECTION OF OPTIMAL SUBSTRATES FOR SUCCULENT PLANTS  
OF THE DIFFERENT GROUPS IN THE GREENHOUSE CONDITIONS  
OF THE BOTANIC GARDEN OF M.V.LOMONOSOV MOSCOW STATE UNIVERSITY**

Yaroslav A. MOROZOV

*M.V. Lomonosov Moscow State University, Department of Biology, Botanical Garden MSU, Moscow*

**Аннотация.** В статье рассмотрены различные компоненты субстратов, применяемых в коллекции суккулентов Ботанического сада МГУ, общая характеристика и пропорции компонентов при посадке растений разных таксонов.

**Ключевые слова:** суккуленты, субстраты, почвы, влагоемкость, цеолит, пеностекло, дренаж.

**Abstract.** The report examines various components of substrates used in the collection of succulents of the Moscow State University Botanical Garden. General characteristics and proportions of components when planting plants of different taxa.

**Key words:** succulents, substrates, soils, moisture capacity, zeolite, foam glass, drainage.

В условиях оранжереи содержатся растения 39 семейств разных по уходу и содержанию. В зависимости от сезона меняется потребность растений в температурном и влажностном режимах. Часть таксонов нуждается в круглогодичном поливе и температуре не ниже +15–17°C (эпифитные представители *Sactaceae* Juss., ряд растений семейства *Asclepiadaceae* Borkh.), другие растения в осенне-зимний переходят в режим «покоя» (*Sactaceae*), у некоторых только начинается период вегетации (*Aizoaceae* Martinov). Так как все растения находятся в одном помещении, то вопрос правильного субстрата стоит особенно остро. Необходимо особенно четко понимать влагоемкость используемых компонентов при подборе субстрата и их пропорции.

В настоящее время существует множество ранее труднодоступных

компонентов, которые позволяют создать конструкторы любой влагоемкости с имитацией природных ионообменных почвенных связей. Под термином конструкторы понимают искусственно целенаправленно создаваемые почво-грунты, состоящие из слоев грунта разного гранулометрического состава и происхождения и насыпного плодородного слоя (1).

Основные части компонента субстратов, которые используются при смешении, можно разделить на 3 условные группы:

1. Питание растений – просеянные от крупной органики, различные по происхождению, почвы, чаще всего это смеси низового и верхового торфа с дополнительной примесью суглинков или почв с высоким содержанием глинистых компонентов;

2. Конструкцеобразующая часть субстрата – кварцевые пески и гранитная крошка фракций от 2 мм до 7 мм (в зависимости от экземпляра и размера посадочного контейнера), основное требование – нейтральный pH (не использовать мраморную и известковые крошки), обеспечение хорошей дренируемости смеси и препятствие слеживаемости;

3. Влагоемкие компоненты – цеолиты, различные по происхождению. Обеспечивают не только влагоемкость и аэрацию почвы, но и обеспечивают ионообменные связи в субстрате.

Цеолит – природный микропористый алюмосиликатный минерал, с высокими показателями адсорбции, а также обладающий ионообменными и каталитическими свойствами. По происхождению бывают природные (осадочные и вулканические) и синтетические. В составе содержит более 10 элементов: оксиды железа, марганца, алюминия, кремния, титана, калия, натрия, кальция, магния и др. (2).

Природные цеолиты Казанского (Татарско-Шатрашанское) (3) месторождения показали лучшие характеристики и стабильное качество по сравнению с другими месторождениями в течение 5 лет. Они содержат существенную долю примесей глин в составе, имеющие слабокислую реакцию и длительных период сохранения без разрушения гранул. Синтетические цеолиты не подходят для выращивания растений по причине быстрого разрушения гранул под воздействием воды и нарушения гранулометрического состава всей смеси с эффектом цементирования.

В чистом виде данный природный цеолит является отличным компонентом для укоренения посадочного материала (успешная апробация на представителях семейств *Cactaceae*, *Arocynaceae* Juss., *Burseraceae* Kunth) и посевов (в мелкую фракцию).

На данный момент ведется апробация такого компонента как гидрофильное пеностекло. Оно химически нейтрально (после промывки), обладает гидрофильностью (20–30%), долго не разрушается. Способно частично заменить в составе цеолит и минеральные компоненты. Основное достоинство небольшой вес пеностекла, что особенно актуально при посадке крупных растений.

Пеностекло успешно применяется в качестве дренажного компонента в качестве замены керамзита (часто бывает щелочным). Опыт использования данного материала показал высокую степень сохранности (80–90%) целостности фракции по истечению 4 лет использования. После промывки возможно многократное использование пеностекла.

Резюмируя, путем подбора пропорций компонентов можно производить конструктоземы для каждого вида растений. В течение нескольких лет были проведены исследования по подбору и совместимости субстратов для различных семейств коллекции Ботанического сада МГУ. Для семейств *Crassulaceae* J.St.-Hil., *Asparagaceae* Juss. и *Asphodelaceae* Juss. условные пропорции 30(питание)/ 30(песок)/ 40(цеолит) (за исключением растений рода *Adromischus* Lem.), *Cactaceae*, *Euphorbaceae* – 20(питание)/ 40(песок)/ 40(цеолит), *Aizoaceae* – 10(питание)/ 50(песок)/ 40(цеолит). Для эпифитных/тропических растений (*Cactaceae*, род *Noya* R.Br.) цеолит также добавляется в качестве почвенного кондиционера, но основную часть составляют верховые торфы.

#### Список литературы

1. <https://studfile.net/preview/4456846/page:25/>.
2. <https://himrus.ru/stati/czeolity-i-opredelenie-i-opisanie>
3. [http://www.marketing-services.ru/imgs/goods/838/rynok\\_ceolita.pdf](http://www.marketing-services.ru/imgs/goods/838/rynok_ceolita.pdf)

УДК 581.526.5:58.006(470.341-25)

## АНАЛИЗ КОЛЛЕКЦИЙ СУККУЛЕНТНЫХ РАСТЕНИЙ ЗАЩИЩЕННОГО И ОТКРЫТОГО ГРУНТА БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИББМ ННГУ

Дмитрий Александрович НЕФЕДОВ, Татьяна Рудольфовна ХРЫНОВА

*Ботанический сад Института биологии и биомедицины Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского, г. Нижний Новгород*

*e-mail: sad@bio.unn.ru*

## ANALYSIS OF COLLECTIONS OF SUCCULENT PLANTS IN THE INDOOR AND OUTDOOR SOIL OF THE IBBM UNN BOTANICAL GARDEN

Dmitry A. NEFEDOV, Tatyana R. KHRONOVA

*Botanical Garden of the Institute of Biology and Biomedicine of the Lobachevsky State University, Nizhny Novgorod*

**Аннотация.** В демонстрационных экспозициях листовых и стеблевых суккулентов представлено 504 наименований, всего 610 образцов растений. В защищенном грунте – 21 семейство, в открытом – 4 семейства. Ядро коллекции в закрытом грунте составляют представители семейства *Cactaceae* (всего 285 наименований), в открытом грунте – *Crassulaceae* (52 наименования). В географическом отношении в коллекции в целом наибольшее количество представителей из Южной и Центральной Америки (60,8 %) за счёт кактусов и из Африки (22,0 %) за счёт южноафриканских Аизовых. Аналогичное соотношение и по защищенному грунту (66,5 % и 24,1 % соответственно). В открытом грунте наибольшее количество видов с ареалами, охватывающими Европу и соседние регионы: Средиземноморье, Малую Азию, Кавказ или Западную Сибирь (52,5 %), собственно европейских и кавказско-малоазиатских видов меньше, чем видов с более широкими ареалами. Представителей суккулентов из Азии (27,5 %) больше, чем американских (20,0 %). Коллекция позволяет познакомиться также с видами, встречающимися в Гренландии, на Мадагаскаре, в Австралии и Океании. В коллекции имеются декоративные формы и сорта, лекарственные и ядовитые растения.

**Ключевые слова:** ботанический сад, защищенный грунт, открытый грунт, суккуленты.

**Abstract.** In the demonstration expositions of leaf and stem succulents, 504 species and varieties are presented, in total 610 plant samples. In closed ground – 21 families, in open ground – 4 families. The core of the indoor collection is the family *Cactaceae* (285 taxa in total), while the core of the collection in open ground is *Crassulaceae* (52 taxa). Geographically, in the collection as a whole, most of all due to cacti representatives from South and Central America (60,8 %) and from Africa (22,0 %) due to the South African Aizoaceae. A similar ratio is for closed ground (66,5 % and 24,1 %, respectively). In the open ground, the largest number of species with ranges covering Europe and neighboring regions: the Mediterranean, Asia Minor, the Caucasus or Western Siberia (52,5 %). There are fewer exclusively European and species from the Caucasus and Asia Minor than species with wider ranges. There are more representatives from Asia (27,5 %) than Americans (20,0 %). The collection also allows you to get acquainted with the species found in Greenland, Madagascar, Australia and Oceania. The collection includes decorative forms and varieties, medicinal and poisonous plants.

**Keywords:** botanical garden, indoor ground, open ground, succulents.

Коллекции растений Ботанического сада ИББМ ННГУ активно используются в учебном процессе различных высших и средних специальных учебных заведений Нижнего Новгорода, Нижегородской области и других регионов. В оранжереях и в открытом грунте сада проводятся экскурсии и практические занятия для будущих биологов, медиков, фармацевтов, педагогов, ландшафтных дизайнеров и цветоводов.

Ботанический сад Горьковского государственного университета был заложен в 1934 году. Площадь Ботанического сада в настоящее время – 35,2 га, он расположен на 56°15' с. ш. 44°20' в. д., на 182 м н. у. м. Климат умеренно-континентальный, с холодной снежной зимой и недолгим умеренно жарким летом. Средняя годовая температура воздуха +5,3 °С, абсолютный максимум +38,2 °С, абсолютный минимум –41,4 °С. Максимальная высота снежного покрова в марте (113 см). Средняя дата полного схода снега 8 апреля. Сумма осадков за год в среднем 664,2 мм. Максимальное количество осадков в июле (74,5 мм), абсолютный суточный максимум наблюдался также в июле – 74 мм. Минимальное количество осадков за год – 338 мм (1949 г.), максимум – 829 мм (1989 г.) (Погода и климат, 2004–2023). Сад расположен в зоне хвойно-широколиственных лесов, в районе дубравы. Почвы светло-серые лесные, по механическому составу средние суглинки. Площадь оранжерей 750 кв. м.

В целом коллекция Ботанического сада насчитывает около 5500 наименований растений. Около 2000 наименований в защищенном грунте и 3500 – в открытом. Для номенклатурной проверки таксонов использовался ресурс World Flora Online (WFO, 2022). Группа листовых и стеблевых суккулентов всегда привлекает общее внимание, они представлены в демонстрационных экспозициях как в закрытом грунте (21 семейство), так и в открытом (4 семейства), всего 504 наименований (видов и внутривидовых таксонов: подвидов, вариаций, форм, сортов), 610 образцов (табл. 1).

Ядро коллекции в закрытом грунте традиционно составляют представители семейства Cactaceae (всего 285 наименований). Наиболее широко представлены роды *Lithops* N.E.Br. (30 видов и внутривидовых таксонов), *Gymnocalycium* Pfeiff. ex Mittler (20 видов), *Mammillaria* Haw. (16 видов), *Turbincarpus* (Backeb.) Vuxb. et Backeb. (15 наименований) и *Gasteria* Duval. (15 наименований).

Несколько видов кактусов из рода *Opuntia* Mill. выращиваются также и в открытом грунте не сезонно, а постоянно. Наиболее устойчивой оказалась *O. macrorhiza* Engelm. (syn. *O. tortispina* Engelm. et J.M. Bigelow), которая уже более 10 лет зимует и даже периодически цветёт в условиях альпинария. Другие виды (например, *O. humifusa* (Raf.) Raf., *O. phaeacantha* Engelm. var. *camanchica* (Engelm. et J.M. Bigelow) L.D. Benson, *O. polyacantha* Haw.) менее устойчивы и особенно страдают при отсутствии снегового покрова.

Для знакомства с экзотическим семейством Portulacaceae в открытом грунте только сезонно высаживается *Portulaca grandiflora* Hook. Ядро же коллекции здесь – семейство Crassulaceae (52 наименования), подавляющее большинство толстянковых выращивается в альпинарии. Наиболее широко представлен род *Sempervivum* L. (15 наименований).

Для уточнения природных ареалов растений нами были использованы ресурсы Плантариум (2007–2023) и Plants of the World Online (POWO, 2017–2023). В географическом отношении в целом в коллекции суккулентов нашего Ботанического сада наибольшее количество представителей из Южной и Центральной Америки (в общей сложности 60,8 %) за счёт кактусов и из Африки (22,0 %) за счёт южноафриканских Аизовых (табл. 2), аналогичное соотношение и по закрытому грунту (66,5 % и 24,1 % соответственно).

В открытом грунте наибольшее количество видов с ареалами, охватывающими Европу и соседние регионы: Средиземноморье, Малую Азию, Кавказ или Западную Сибирь (52,5 %). При этом, собственно европейских и кавказско-малоазиатских видов меньше, чем видов с более широкими ареалами. Представителей из Азии (27,5 %) несколько больше, чем американских (20,0 %).

Таким образом, относительно небольшая коллекция суккулентов нашего сада может познакомить с растениями практически всей планеты. В открытом грунте демонстрируются и местные виды: *Sedum acre* L., который распространён до Гренландии, и *Sempervivum globiferum* L. (syn. *Jovibarba sobolifera* (L.) Opitz), занесённый в Красную книгу Нижегородской области. В оранжереях можно увидеть представителей из Австралии и Океании: виды рода *Brachychiton* Schott et Endl. и др., а также растения уникальной флоры Мадагаскара: виды родов *Pachypodium* Lindl., *Kalanchoe* Adans., *Euphorbia* L.

В коллекции имеются и декоративные формы, и сорта различных видов

растений. В открытом грунте это представители родов *Hylotelephium* H.Okba, *Petrosedum* Grulich, *Phedimus* Raf., *Sempervivum* L., *Lewisia* Pursh., в оранжереях — это культивары *Lithops* N.E.Br., *Cereus* Mill., *Weingartia* Werderm., *Crassula* L., *Codiaeum* A.Juss., *Dracaena* Vand. ex L.

**Табл. 1.** Таксономический состав коллекций суккулентов в защищенном и открытом грунте Ботанического сада ИББМ ННГУ. Сокращения: В.-в.т. – внутривидовых таксонов; Обр. – количество образцов. Пояснения в тексте.

№	Семейства	Закрытый грунт				Открытый грунт			
		Родов	Видов	В.-в.т.	Обр	Родов	Видов	В.-в.т.	Обр.
1.	Aizoaceae Martinov	3	30	11	68				
2.	Anacampserotaceae Eggl et Nyff.	1	1		1				
3.	Аросунасеае Juss.	10	15		15				
4.	Asteraceae Giseke	1	1		1				
5.	Cactaceae Juss.	84	273	12	337	1	4		4
6.	Campanulaceae Juss.	1	1		1				
7.	Crassulaceae J.St.-Hil.	4	8	1	10	10	37	15	73
8.	Cucurbitaceae Juss.	1	1		1				
9.	Gesneriaceae Rich. et Juss.	1	1		1				
10.	Euphorbiaceae Juss.	7	19	2	21				
11.	Malvaceae Juss.	4	8		8				
12.	Montiaceae Raf.					1	2	5	
13.	Piperaceae Giseke	1	1		1				
14.	Phyllanthaceae Martinov	1	1		1				
15.	Portulacaceae Juss.					1	1		1
16.	Talinaceae Doweld	1	1		1				
17.	Vitaceae Juss.	1	1		1				
18.	Amaryllidaceae J.St.-Hil.	2	2		2				
19.	Araceae Juss.	1	1		1				
20.	Asparagaceae Juss.	8	17	2	20				
21.	Asphodelaceae Juss.	4	26	2	31				
22.	Commelinaceae Mirb.	1	1		1				
23.	Dioscoreaceae R.Br.	1	2		2				

**Табл. 2.** Географический анализ коллекций суккулентов в закрытом и открытом грунте Ботанического сада ИББМ ННГУ. (Пояснения в тексте)

Распространение	В целом (%)	Закр. грунт (%)	Откр. грунт (%)
Европа	1,3		15,0
Европа с соседними регионами	1,9		22,5
Кавказ и Малая Азия	1,3		15,0
Центральная и Северная Азия	1,5		17,5
Дальний Восток и Восточная Азия	0,9		10,0
Юго-восточная Азия	0,9	0,9	
Африка с соседними регионами	2,4	2,6	
Мадагаскар	2,2	2,4	
Северная Америка	0,9		10,0
юг С. Америки и Ц. Америка	5,2	4,7	10,0
Центральная Америка	22,0	24,1	
Ц. и Ю. Америка	2,6	2,8	
Южная Америка	36,2	39,6	
Австралия, Океания	1,3	1,4	15,0

Во время проведения экскурсий обращается внимание на морфологические и физиологические особенности суккулентных растений, на их значение в естественных ландшафтах и биоценозах, а также на практическое использование не только в декоративных целях. Особо отмечается наличие биологически активных веществ у данных растений, указывается на ядовитые свойства, возможность использования в медицинских целях.

**Список литературы**

1. Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. 2007–2023. – URL: <https://www.plantarium.ru/> (дата обращения: 29.05.2023).
2. Погода и климат. 2004–2023. – URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/climate/27459.htm> (дата обращения: 29.05.2023)
3. Plants of the World Online (POWO, 2017–2023) – URL: <https://powo.science.kew.org> (дата обращения: 29.05.2023)
4. World Flora Online. Published on the Internet (WFO, 2022). – URL: <https://wfoplantlist.org/plant-list> (дата обращения: 29.05.2023).



УДК 582.661.56:635.92(470.21)

**КОЛЛЕКЦИЯ СУККУЛЕНТОВ ОТКРЫТОГО ГРУНТА  
ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА-ИНСТИТУТА**

Оксана Юрьевна НОСАТЕНКО

*Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина КНЦ РАН, г. Анапты  
Мурманской области,*

*e-mail: nyctea@yandex.ru*

**OPEN GROUND SUCCULENT COLLECTION OF  
THE POLAR-ALPINE BOTANICAL GARDEN-INSTITUTE**

Oksana Y. NOSATENKO

*N.A. Avrorin Polar-alpine Botanical Garden-Institute KSC RAS, Apatity, Murmansk distr.*

**Аннотация.** Дана характеристика коллекции суккулентов семейства Crassulaceae J. St.-Hil. открытого грунта Полярно-альпийского ботанического сада-института. В настоящее время коллекция состоит из 102 образцов, 29 видов и таксонов внутривидового ранга, 5 родов, относящихся к 4 трибам. Анализ показывает, что 55% растений в условиях Кольского Севера плодоносят ежегодно, 30% – нерегулярно, в зависимости от погодных условий, 3% растений цветут, 2% – бутонизируют и 10% образцов только вегетируют. Кратко представлены результаты интродукции суккулентов. Средний балл приживаемости родов: *Sedum* (БП = 8,25), *Rhodiola* (БП = 7,90), *Hylotelephium* (БП = 6,63) и *Phedimus* (БП = 6,05), что характеризует их устойчивость в природно-климатических условиях Кольского Севера. У рода *Sempervivum* (БП = 4,37), при этом декоративность сохраняется в течение многих лет, но размножение только вегетативное.

**Ключевые слова:** Кольский Север, интродуценты, суккуленты, классификация, балл приживаемости.

**Abstract.** The collection of succulents of family Crassulaceae J. St.-Hil., open ground of Polar-Alpine Botanical Garden is characterized. At present, the collection consists of 102 specimens, 29 species and taxa of intraspecific rank, 5 genera belonging to 4 tribes. The analysis shows that 55% of plants bear fruit annually in the Kola North conditions, 30% bear fruit irregularly depending on weather conditions, 3% of plants blossom, 2% bud and 10% of specimens only vegetate. The results of the introduction of succulents are briefly presented. The average survival scores of the genera: *Sedum* (SS = 8.25), *Rhodiola* (SS = 7.90), *Hylotelephium* (SS = 6.63) and *Phedimus* (SS = 6.05), which characterizes their stability in natural and climatic conditions of the Kola North. In the genus *Sempervivum* (SS = 4.37), the ornamental value is retained for many years, but propagation is vegetative only.

**Key words:** Kola North, introduced species, succulents, classification, adaptability score.

Суккуленты обширная группа растений, которые благодаря особенностям анатомии способны расти в самых суровых природных условиях нашей планеты. Благодаря необычному внешнему виду и неприхотливости,

их широко используют в ландшафтном дизайне. Многие виды обладают лекарственными свойствами и используются в научной и народной медицине.

Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Аврорина (ПАБ-СИ) самый северный в России, расположен в Хибинском горном массиве в 120 км севернее Полярного круга на 67°38' северной широты. Зима в горах морозная и снежная, с высотой снежного покрова до 180 см, продолжительностью устойчивого залегания с ноября по конец мая. В конце июня возможны поздние заморозки. Лето короткое, прохладное и часто дождливое, средняя температура +10°C. В июле можно наблюдать 2–3 недельные засухи. Световой режим на широте характеризуется полярной ночью в декабре, а с 26 мая по 18 июля длится полярный день (Яковлев, 1961).

Фенологические наблюдения за ростом и развитием исследуемых видов проводятся с первого года посадки по общепринятой методике (Бейдеман, 1954). Отмечаются основные фенологические фазы (начало отрастания, появление бутонов, начало и массовое цветение, начало и конец цветения, созревание плодов).

Экспериментальные коллекционные питомники многолетних травянистых растений расположены в лесном поясе северной тайги. С 1933 года на них испытано 204 образца листовых суккулентов из семейства Crassulaceae J. St.-Hil., представленных 5 родами: *Sedum* L., *Sempervivum* L., *Hylotelephium* H. Ohba, *Rhodiola* L. и *Phedimus* Raf.

В настоящее время коллекция суккулентов открытого грунта состоит из 102 образцов, 29 видов и таксонов внутривидового ранга, 5 родов. Согласно системе классификации APG IV (2016) (Angiosperm Phylogeny Group, 2016) эти растения относятся к 4 трибам. Номенклатура таксонов растений приведена в соответствии с последними изменениями в классификации растений (The World Flora Online, 2023).

Триба Sedeae Fr. включает 1 род *Sedum* L. и 4 вида: *Sedum acre* L., *S. alpestre* Vill., *S. magellense* Ten. и *S. telephium* L. subsp. *telephium*.

Триба Semperviveae Dumort. включает 1 род *Sempervivum* L. и 10 видов и таксонов: *Sempervivum arachnoideum* L., *S. arachnoideum* L. var. *tomentosum* (Lehm. et Schnittsp.) Hayck, *S. caucasicum* Rupr. ex Boiss., *S. globiferum* L., *S. kindingeri* Adamov., *S. pittonii* Schott., Nyman & Kotschy,

*S. ruthenicum* W.D.J.Koch ex Schnittsp. & C.B.Lehm., *S. tectorum* L., *S. tectorum* L. cv. *Metallicum giganteum*, *S. tectorum* L. cv. *Purpureum*.

Триба Telephieae ('t Hart) H.Ohba & Thiede включает 1 род *Hylotelephium* H.Ohba и 3 вида: *Hylotelephium anacampseros* (L.) H. Ohba, *H. ewersii* (Ledeb.) H. Ohba, *H. telephium* (L.) H. Ohba.

Триба Umbiliceae Meisn. включает род *Rhodiola* L.: *Rhodiola heterodonta* (Hook. f. & Thomson) Boriss., *R. integrifolia* Raf., *R. ishidae* (Miyabe & Kudô) Hara, *R. iremelica* Boriss., *R. linearifolia* Boriss., *R. kirilowii* (Regel) Regel ex Maxim., *R. rhodantha* (A.Gray) H.Jacobsen, *R. rosea* L., *R. semenovii* (Regel & Herder) Boriss., *R. stephanii* (Cham.) Trautv. & C.A. Mey. Род *Phedimus* Raf.: *Phedimus kamschaticus* (Fisch.) 't Hart, *P. middendorffianus* (Maxim.) 't Hart.

Представленные виды – растения, произрастающие в природе в регионах с холодным и умеренным климатом, в альпийском и субальпийском поясах на высотах 1000–3000 м. над ур.м. Некоторые из них являются эндемиками, такие как *Sempervivum pittonii* – эндемик Австрии, *Rhodiola iremelica* – эндемик Северного Урала, *Rhodiola semenovii* - эндемик Тянь-Шаня и Памиро-Алая.

Коллекция сформирована за счет семян природной флоры (59%), репродуцированных в условиях культуры (других ботанических коллекций) и полученных по обменным перечням (Delectus). Только 2 образца составляют семена культурных растений (сорта). Часть образцов в разные годы были собраны в местах их естественного произрастания и привезены живыми растениями (13%) и семенами (17%), 11% образцов поступили в коллекцию в виде живых растений из частных коллекций и ботанических садов.

Важным показателем при оценке успешности интродукции является конечная фаза развития интродуцента, которая зависит от биологических особенностей вида, его способности к адаптации в новых условиях существования. Анализ коллекции показывает, что 55% растений в условиях Кольского Севера плодоносят ежегодно, 30% – нерегулярно, в зависимости от погодных условий, 3% - растений цветут, 2% – бутонизируют и 10% образцов только вегетируют.

Для оценки успешности интродукции была использована 12 бальная шкала приживаемости (БП), предложенная Б.Н. Головкиным (Головкин, 1973), в которой сочетаются показатели наличия цветения и плодоношения

с характеристикой периодичности этих явлений и долговечности интродуцентов в эксперименте. При расчете среднего балла учтены данные по всем существующим и выпавшим образцам представленных видов. Результаты подсчета представлены в таблице 1.

Самый низкий БП = 2–3,8, отмечен у 6 представителей рода *Sempervivum* (*S. arachnoideum*, *S. caucasicum*, *S. pittonii*, *S. ruthenicum*, *S. tectorum*, *S. globiferum*). Это связано с редким цветением в наших условиях и отсутствием плодоношения. Но, тем не менее, все образцы существуют в коллекции от 40 до 65 лет, сохраняя декоративность и размножаются вегетативно.

У *Rhodiola iremelica* и *R. kirilowii* БП = 4. Для *R. iremelica* ввиду кратковременного участия в эксперименте (5 лет), требуется продолжение интродукционных исследований. *R. kirilowii*, зацветает только в благоприятные годы.

*Hylotelephium ewersii* (БП = 3,6) существует на питомниках 4 – 6 лет, не цветет или цветет единично и погибает. Этот вид мало перспективен для выращивания на Кольском Севере.

Все остальные виды имеют довольно высокий балл приживаемости (БП = 6–11). Это *Sedum acre*, *S. alpestre*, *S. magellense*, *S. telephium* subsp. *telephium*, *Sempervivum arachnoideum* L. var. *tomentosum*, *S. kindingeri*, *S. tectorum* L. cv. *Metallicum*, *S. tectorum* L. cv. *Purpureum*, *Hylotelephium anacampseros*, *H. telephium*, *Rhodiola heterodonta*, *R. integrifolia*, *R. ishidae*, *R. linearifolia*, *R. rhodantha*, *R. rosea*, *R. semenovii*, *R. stephanii*, *Phedimus kamschaticus*, *P. middendorffianus*.

Полученные результаты интродукционных исследований видов сем. Crassulaceae свидетельствуют о возможности и целесообразности выращивания их в условиях Кольского Севера. Средний балл приживаемости родов: *Sedum* (БП = 8,25), *Rhodiola* (БП = 7,90), *Hylotelephium* (БП = 6,63) и *Phedimus* (БП = 6,05). Виды способны долгие годы существовать в открытом грунте, сохранять декоративность, успешно размножаться вегетативно и давать зрелые семена. У рода *Sempervivum* БП = 4,37, это связано с редким цветением и отсутствием плодоношения. При этом в наших природно-климатических условиях декоративность сохраняется в течение многих лет, а размножение только вегетативное.

Табл. 1. Результаты интродукции суккулентов в ПАБСИ

Виды	Год начала испытаний	Количество образцов		Конечная фаза развития	Средний балл приживаемости
		прошедших испытания	наличие в 2022 г.		
<i>Sedum acre</i>	с 2001	2	1	ЗП	6
<i>S. alpestre</i>	с 1993	2	2	П	10,5
<i>S. magellense</i>	с 1956	2	1	П	10,5
<i>S. telephium</i> L. subsp. <i>telephium</i>	с 2014	2	2	Ц	6
<i>Sempervivum arachnoideum</i>	с 1979	3	0	В	2
<i>S. arachnoideum</i> var. <i>tomentosum</i>	с 1957	2	2	ЗП	6
<i>S. caucasicum</i>	с 1957	4	1	ЗП	3
<i>S. globiferum</i>	с 1948	6	1	ЗП	3,8
<i>S. kindingeri</i>	с 1986	1	1	П	8
<i>S. pittonii</i>	с 1957	4	1	ЗП	3
<i>S. ruthenicum</i>	с 1954	3	1	ЗП	3
<i>S. tectorum</i>	с 1933	14	3	ЗП	2,9
<i>S. tectorum</i> L. cv. <i>Metallicum</i>	с 1958	1	1	ЗП	6
<i>S. tectorum</i> L. cv. <i>Purpureum</i>	с 1957	2	1	ЗП	6
<i>Hylotelephium anacampseros</i>	с 2009	2	2	П	10
<i>H. ewersii</i>	с 1934	7	2	Ц	3,6
<i>H. telephium</i>	с 1949	14	5	ЗП	6,3
<i>Rhodiola heterodonta</i>	с 1987	3	1	П	6,7
<i>R. integrifolia</i>	с 1959	21	16	П	11
<i>R. ishidae</i>	с 1997	2	1	П	10,5
<i>R. iremelica</i>	с 2017	1	1	Ц	4
<i>R. kirilowii</i>	с 1937	9	1	П	4
<i>R. linearifolia</i>	с 1933	15	5	П	7,5
<i>R. rhodantha</i>	с 1989	4	2	П	7,3
<i>R. rosea</i>	с 1936	51	31	П	9,6
<i>R. semenovii</i>	с 1936	7	3	П	10,1
<i>R. stephanii</i>	с 1957	11	10	П	8,3
<i>Phedimus kamtschaticus</i>	с 1933	4	1	ЗП	6,3
<i>P. middendorffianus</i>	с 1938	5	3	П	5,8

Обозначения: В – вегетация; Ц – цветение; ЗП – зеленые плоды; П – плодоношение.

#### Список литературы

1. Бейдеман И.Н. Методика фенологических наблюдений при геоботанических исследованиях / под ред. Г.И. Галазий - Новосибирск: изд-во "Наука" Сибирское отделение, 1954 г. - 139 с.
2. Головкин Б.Н. Переселение травянистых многолетников на Полярный север / под ред. Н.А. Аврорин - Ленинград: изд-во "Наука" Ленинградское отделение, 1973 г., С. 159-160.
3. Яковлев Б. А. Климат Мурманской области. - Мурманск: Мурманское книжн. изд-во, 1961 г. - 180 с.
4. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. // Botanical Journal of the Linnean Society. 2016. 181 (1). P. 1–20.
5. The World Flora Online. 2020 сайт - URL: <http://www.worldfloraonline.org> (дата обращения: 29.04.2023).

УДК 581.55:581.527.4: 502.4: 581.9 (63.3)

## РИХТЕРСФЕЛЬД (ЮАР) – СУККУЛЕНТНЫЙ РАЙ

Людмила Викторовна ОЗЕРОВА

Лаборатория тропических растений Учреждения Российской академии наук Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН (ГБС РАН), г. Москва,

e-mail: lyozerova@yandex.ru

## RICHTERSFELD (SOUTH AFRICA) – SUCCULENT PARADISE

Ludmila V. OZEROVA

Laboratory of Tropical Plants of sciences N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (GBS RAS), Moscow

**Аннотация.** Сохранение редких видов растений в природе имеет огромное значение для природоохранной деятельности по всему миру. Редкие суккуленты в природных ландшафтах горной пустыни Южноафриканского национального парка Рихтерсвельда становятся объектом изучения многих специалистов. Увидеть редкие виды в природе зачастую единственная возможность открыть тайны среды обитания суккулентных растений.

**Ключевые слова:** Рихтерсвельд, национальный парк, горная пустыня, суккуленты

**Abstract.** The conservation of rare plant species in nature and culture is of great importance for conservation activities around the world. Rare succulents in the natural landscapes of the mountainous desert of the South African Richtersveld National Park, become the object of study by many specialists. Seeing rare species in nature is often the only opportunity to discover the secrets of the habitat of succulent plants.

**Keywords:** Richtersveld, national park, mountain desert, succulents

Южноафриканский национальный парк Рихтерсвельд расположен на границе ЮАР и Намибии. Два парка объединили свои территории: Ай-Айс парк (Намибия) и Рихтерсвельд (ЮАР), и теперь объединение называется Ai-Ais Richtersveld Transfrontier Park. Меньшая часть 1 625 км<sup>2</sup> находится в ЮАР, а остальные 73% территории или 4 420 км<sup>2</sup> – в Намибии (включая южную часть пустыни Намиб).

Парк Ai-Ais Richtersveld имеет на своей территории несколько скалистых горных хребтов Voegoeberg, Spitskop, Kortdoornberg и др. Здесь же находится каньон Фиш Ривер (Fish River) – второй по величине каньон на Африканском континенте. Река Оранжевая, огибающая парк Рихтерсвельд на севере (по границе ЮАР и Намибии), сформировала в своей долине причудливые лунные горные ландшафты. Рихтерсвельд — это горная пустыня и един-

ственный такой регион в Южной Африке. Это центр видового разнообразия суккулентов. В районах к западу от Вандерстерберга зимой выпадают осадки, в то время как к востоку от гор дожди можно ожидать зимой или летом. Осадки выпадают обычно с мая по сентябрь и составляют от 15 мм в восточных районах до 300 мм в год на вершинах гор. Регулярно возникает сильный прибрежный туман, проникающий в прилегающие внутренние регионы. В зоне тумана произрастает своеобразная растительность с преобладанием суккулентов. Рихтерсвельд подвержен периодическим засухам, а в некоторые годы дождей практически не бывает. Температура зимой и летом остается удивительно постоянной в результате влияния холодного Бенгуэльского течения. Среднегодовая температура в прибрежном регионе составляет от +12° до +17°С; внутри – летние температуры могут достигать +45°С.

На склонах гор и в долинах произрастают многие уникальные южноафриканские виды суккулентных растений – гигантские древовидные алоэ, редкие пахиподиумы, молочаи и большое количество более мелких суккулентов. По статистике здесь на площади всего в один квадратный километр приходится более чем 360 видов редчайших, а зачастую и эндемичных цветковых растений! Рихтерсвельд является чрезвычайно важным центром видового разнообразия и эндемизма во флорах Южной Африки и Намибии.

Виден издали на скалах Рихтерсвельда – *Pachypodium namaquanum* (Wyley ex Harvey) Welw – вид, которому, возможно, в среднесрочной перспективе грозит вымирание. Эти прекрасные растения выдержали испытание временем и отличаются своеобразной красотой. Высота пахиподиумов может составлять от 1,5 до 2,5 м, но отдельные экземпляры могут достигать высоты до 4 метров! Стебли в основном неразветвленные, цилиндрические, сужающиеся к вершине, покрытые бородавчатыми бугорками, из которых торчат колючки. Листья собраны в розетки на концах побегов, зелено-голубые, бархатистые, волнистые, что является отличительной особенностью этого вида. Во время экстремальной летней жары растение сбрасывает листья. Трубочатые цветки, богатые нектаром и появляющиеся с июля по сентябрь, красные внутри и желто-зеленые снаружи. Растения растут крайне медленно, примерно на 0,5–1,5 см в год, поэтому возраст большинства взрослых экземпляров оценивается в 100 и более лет. Во время нашего путеше-

ствия встречали и молодые экземпляры, значит, есть надежда на сохранение популяций этого вида в природе. Несмотря на редкость, *P. namaquanum*. все еще относительно широко распространен на севере национального парка.

Следующие крупные суккуленты – это древовидные *Aloidendron* (A.Berger) Klopper & Gideon F.Sm., одни из самых исключительных ботанических объектов данной территории.

В отличие от настоящих деревьев вторичное утолщение у древовидных алоэ происходит за счёт деятельности меристемных клеток, расположенных по периферии побега (ствола), а не за счёт камбия как у настоящих деревьев.

*Aloidendron ramosissimum* (Pillans) Klopper & Gideon.F.Sm. (*Aloe ramosissima*), наиболее обильно ветвящееся растение. Стебли гладкие и заканчиваются сравнительно небольшими розетками из узких продолговатых листьев. Вырастает до нескольких метров высотой. Этот вид имеет небольшой географический ареал (в пределах Южной Африки составляет 1247 км<sup>2</sup>), известен от 5 до 10 местообитаний и продолжает сокращаться в результате чрезмерного выпаса скота. Наблюдения за необъяснимой гибелью взрослых экземпляров указывают на влияние регионального потепления, связанного с изменениями климата. Часто произрастает совместно с другими видами рода, такими как *A. pillansii* (L.Guthrie) Klopper & Gideon.F.Sm. (*Aloe pillansii*) с прямостоячим стволом и боковыми ветвями с большими розетками серовато-зеленых листьев на концах. Возможно, это самое редкое из эндемичных видов *Aloidendron*. Встречается преимущественно в Helskloof на Cornell's kop в засушливой северо-западной части Южной Африки, а также в скалистых горных районах южной части Намибии. Вид с ограниченным ареалом (в Южной Африке, 302 км<sup>2</sup>), известный из одного-двух местообитаний. Растения этого вида достигают высоты 10 м или более при диаметре ствола в основании 1-2 м. Вид входит в список СИТЕС Приложение 1. Вид был описан в 1928 году и назван в честь Невилла Стюарт Пиллэнса (Neville Stuart Pillans), известного южноафриканского ботаника, который впервые обнаружил его в Рихтерсвельде (van Jaarsveld E., Judd E., 2015).

*Aloidendron dichotomum* (Masson) Klopper & Gideon.F.Sm. – еще один древовидный вид, возможно, наиболее известный для любителей и специалистов. Вырастает до 9 м в высоту. Ветви в свое время использовали в качестве

колчанов для стрел у местного племени Нама. Отсюда и второе название этого вида – «Колчан дерево». Не только люди используют это растение для своих нужд, но и птицы. Общественные ткачики часто возводят на нем свои многоквартирные дома. *A. dichotomum* произрастает в засушливой северной части Рихтерсвельда. Впервые зацветает на 20–30 году жизни желто-кремовыми цветками, собранными в соцветие кисть (Mannheimer C., et al., 2008).

На скалах растёт *Hoodia alstonii* (N.E.Br.) Plowes – менее известная любителям суккулентов, чем *Hoodia gordonii* (Masson) Sweet ex Decne, которая чаще встречается на равнинах. Это суккуленты с толстыми цилиндрическими мясистыми стеблями, ветвящимися у основания, достигают почти метра в высоту. Стебли покрыты очень острыми и жесткими колючками. Мелкие, желтые цветки с неприятным запахом опыляются мухами.

*Tylecodon paniculatus* (L.f.) Toelken достигает гигантских размеров именно здесь, на территории парка, это «дерево», 2 м высотой и 40 см в диаметре. Листья крупные, красивые, глянцевые в зимние месяцы и опадающие летом.

Но, безусловно, самое интересное занятие во время изучения флоры Рихтерсвельда, это поиски среди камней мелких суккулентов. И тут важно не только не пройти мимо, но и не наступить на объект своих поисков. *Crassula deceptor* Schönland & Baker f. – одна из таких миниатюр, очень изменчивый по размерам и форме побегов вид. Листья выпуклые с небольшими киями снизу, округлые с серебристо-белыми сосочками или с выделяющимися темно-зелеными гидатодами.

Большинство видов семейства Aizoaceae распространены в основном на засушливых территориях Южной Африки, в том числе и горной пустыни Рихтерсвельд. Это, пожалуй, одна из самых богатых в мире суккулентных зон и по числу родов (в общей сложности 160), принадлежащих к семейству Aizoaceae и по числу эндемичных видов семейства.

Их эффектные цветки способны конкурировать по яркости с любыми другими. Они открываются в полдень, при ярком солнечном свете, чтобы привлечь насекомых. Особый блеск лепестков определяется наличием пирамидальных клеток в поверхностном слое – идиобластами, которые и отражают свет.

В юго-восточной части Рихтерсвельда растёт *Cheiridopsis peculiaris* N.E.Br. Ареал <10 км<sup>2</sup>, численность сокращается из-за развития инфраструк-

туры, незаконного сбора для торговли суккулентами, а также выпаса коз.

Виды рода *Conophytum* (Heist. ex Fabr.) являются одними из самых маленьких среди аизовых, и их легко не заметить, когда они не цветут. Они широко представлены в Рихтерсвельде и часто являются практически единственной растительностью в кажущемся безжизненным ландшафте. Тело этих крошечных растений состоит всего из пары сросшихся суккулентных листьев. Большие куртины формируются на протяжении многих десятков лет. После хорошего дождя эти маленькие драгоценные камни сбрасывают свою защитную бумажную оболочку и взрываются буйным цветом. Виды *Conophytum* легко отличить от других миниатюрных аизовых по их лепесткам, которые срстаются в короткую трубочку у основания цветка. У большинства других – лепестки свободны до основания (van Jaarsveld E., et al., 2005).

*Conophytum wettsteinii* (A.Berger) N.E.Br. является эндемиком Рихтерсвельда Южной Африки, площадь ареала распространения составляет 3006 км<sup>2</sup>. Вид был зарегистрирован более чем в 25 местах и способен выживать в деградированных местообитаниях. Сбор для незаконной торговли суккулентами начал сказываться на этом виде в начале 2019 года. Пока спад от незаконного сбора не превышает 10% численности. *Conophytum ernstii* S.A.Hammer subsp. *ernstii* имеют серо-зеленые опушенные тела, которые образуют округлые скопления. Редкий таксон с ограниченным ареалом, обитающий на скалах Рихтерсвельда в Южной Африке. Его площадь составляет 16 км<sup>2</sup>, и численность быстро сокращается в результате продолжительной засухи. 50% численности популяции погибло за последние 8 лет. Продолжается подкисление почвы и потепление за счет изменения климата. Предполагается, что численность не восстановится. Таким образом, этот вид квалифицируется как находящийся под угрозой исчезновения (CR).

*Conophytum flavum* N.E.Br. subsp. *flavum* гладкие серо-зеленые тела, которые сверху плоские и округлые. Эндемичный вид для регионов Рихтерсвельд и Бушманленд в Южной Африке, его площадь распространения составляет 3389 км<sup>2</sup>. Было зарегистрировано более пятидесяти субпопуляций, и в пределах своего ареала численность не сокращается.

*Conophytum tantillum* N.E.Br. subsp. *tantillum* характеризуются своими маленькими двухлопастными телами. Лепестки килеватые, асимметричные,

с красными краями. Вид с ограниченным ареалом обитания (<10 км<sup>2</sup>). В настоящее время он известен по одной субпопуляции, но, вполне вероятно, более распространен, поскольку большая часть подходящей среды обитания в этом районе остается неисследованной. Растения встречаются на юго-востоке Рихтерсвельда, на обнажениях кварца (Red List of S. A. Plants, 2020).

*Conophytum gratum* (N.E.Br.) N.E.Br. subsp. *gratum* – изменчивый вид с округлыми, светло-зелеными и пятнистыми телами, которые обычно образуют плотные скопления и с возрастом постепенно развивают стебли. Растения произрастают на скалистых выступах в Рихтерсвельде и Намибии.

*Conophytum wettsteinii* (A.Berger) N.E.Br. subsp. *fragile* обычно образует скопления, с округлым до почковидной формы телом, светло-зеленым и пятнистым. Этот вид обитает только в северном Рихтерсвельде, и растения обычно там встречается на гранитных обнажениях.

*Conophytum wettsteinii* (A. Berger) N.E.Br. subsp. *ruschii* также образует скопления, но имеет серо-зеленое тело с вдавленной или плоской верхушкой. Растения произрастают в основном на кварцевом песчанике в северном Рихтерсвельде.

*Conophytum bilobum* (Marloth) N.E.Br. subsp. *bilobum* – растения с зелеными клиновидными листьями, образующими округлые скопления. Каждое тельце продолговатое и двухлопастное, с килеватыми долями и красноватым оттенком по краям. Цветки желтые или, реже, белые или оранжевые. Это обычный и широко распространенный вид на скалистых обнажениях в Намакваленде и Рихтерсвельде.

Практически все виды рода *Conophytum* находятся под угрозой исчезновения.

#### Список литературы

1. van Jaarsveld E., van Wyk B.-E., Smith G., Succulents of South Africa: A Guide to the Regional Diversity.- Sunbird, 2005.-144 p.
2. Mannheimer C., Maggs-Kolling G., Kolberg H., Rügheimer S., Wildflowers of the southern Namib.-Windhoek, Namibia, 2008. - 292 p.
3. Red List of South African Plants version 2020.1. Downloaded from Redlist.sanbi.org on 2023/05/30.
4. van Jaarsveld E., Judd E. Tree Aloes of Africa. – Penrock Publications, Cape Town. - 2015.- 73 p.

Работа выполнена в рамках ГЗ ГБС РАН (№122042700002-6) на базе УНУ "Фондовая оранжерея".

КОЛЛЕКЦИЯ СУККУЛЕНТОВ ГБС РАН  
КАК ОБЪЕКТ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Людмила Викторовна ОЗЕРОВА

Лаборатория тропических растений Учреждения Российской академии наук Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН (ГБС РАН), г. Москва,

e-mail: lyozerova@yandex.ru

COLLECTION OF SUCCULENTS OF THE MAIN BOTANICAL GARDEN RAS AS AN  
OBJECT OF SCIENTIFIC RESEARCH

Ludmila V. OZEROVA

Laboratory of Tropical Plants of sciences N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (GBS RAS), Moscow

**Аннотация.** В настоящее время сохранение редких видов растений в культуре приобретает ключевое значение в природоохранной и научной деятельности ботанических садов разных стран мира. Основой коллекции редких суккулентных растений Фондовой оранжереи ГБС РАН стала группа видов, привезенных из природы Южной Африки и Намибии, благодаря участию в международных ботанических экспедициях (2008-2019 гг.), где собрали более 325 видов живых растений и семян. На основе нашей коллекции проведен ряд научных исследований, и она имеет большой научный потенциал в будущем.

**Ключевые слова:** суккуленты, коллекция, Senecioneae, Asteraceae

**Abstract.** Currently, the preservation of rare plant species in culture is of key importance in the conservation and scientific activities of botanical gardens around the world. The basis of the collection of rare succulent plants of the Stock Greenhouse of the GBS RAS was a group of species brought from the nature of South Africa and Namibia, thanks to participation in international botanical expeditions (2008-2019), where more than 325 species of living plants and seeds were collected. A number of scientific studies have been carried out on the basis of our collection, and it has great scientific potential in the future.

**Keywords:** succulents, collection, Senecioneae, Asteraceae

Большая группа суккулентных Senecioneae (Asteraceae) поражает многообразием жизненных форм и необычной морфологией. Согласно современной систематике, можно выделить несколько родов, содержащих суккулентные растения: *Senecio* L., *Curio* P.V.Heath, *Caputia* B.Nord. & Pelser., *Baculellum* L.V. Ozerova et A.C. Timonin, представители которых произрастают в разных растительных сообществах Южной Африки и Намибии.

Проведена таксономическая ревизия группы родства *Curio*. В результате проведенной ревизии рода *Curio* выявлено, что род далек от *Senecio*, и

отчетливо отделен от родов *Kleinia* Mill., *Solanecio* (Sch.Bip.) Walp, *Gynura* Cass., *Delairea* Lem. Искусственный гибрид *Senecio kleiniiformis* должен традиционно сохраняться в роде *Curio* (*Curio* × *kleiniiformis* (Suess.) L.V.Ozerova & A.C.Timonin), но *C. acaulis* и *C. articulatus* должны быть исключены. По филогенетическим данным *Curio articulatus* должен быть переставлен в монотипичный род: *Baculellum* L. V. Ozerova et A. C. Timonin, genus novum (Ozerova, Schazer. & Timonin, 2017).

Также, изучая систематику некоторых видов молекулярно-генетическими методами, установили различие между *Senecio tropaeolifolius* MacOwan ex F.Muell. и *S. oxyriifolius* DC. Проведенные исследования свидетельствуют в пользу признания видовой самостоятельности вида *S. tropaeolifolius* относительно *S. oxyriifolius*. *Senecio oxyriifolius*, по нашим данным имеет довольно мало общего с *S. tropaeolifolius*, который включали в него в качестве подвида (Malenkova, Ozerova, Schazer. & Timonin, 2014).

Изучен онтогенез листа *Baculellum articulatus*. У *B. articulatus* почка малого объема всего с 2–3 формирующимися листьями. На периферии плоского апекса закладываются листовые примордии в виде уплощенных бугорков. В начале развития у листового примордия нет видимых признаков бифациальной структуры. Примордии удлиняются и расширяются тангентально, приобретая уплощенную форму, и становятся возможным различить ад- и абаксиальные стороны. Листья у этого вида почти целиком бифациальные (за исключением очень короткого остроконечия листовой пластинки). Эпидермис параболоидальной верхушки примордия состоит из однородных клеток, которые четко отличаются от адаксиального и абаксиального эпидермиса листовых пластинок. Верхушка листа *C. articulatus* унифациальна (Fedotov, Ozerova, Timonin, 2016).

Изучили оконцевые листья суккулентных растений в коллекции. Принадлежащие некоторым Aizoaceae (*Fenestraria* N.E.Br., *Lithops* N.E.Br.) оконцевые листья представляют собой один из наиболее специфичных вариантов гелиоморфного синдрома. Такие листья почти целиком погружены в грунт, из которого слегка выдаются их уплощенные верхушки. Под эпидермой верхушки листа нет хлоренхимы, которая располагается лишь под эпидермой, погруженной в грунт, части листа. Центральную, большую часть листа

занимает водоносная паренхима, простирающаяся до самой эпидермы верхушки листа. Эта ткань не только запасает воду, но и служит световодом, пропускающим свет к хлоропластам. Массив водоносной паренхимы виден снаружи сквозь эпидерму верхушки листа как полупрозрачное «окно». Похожее полупрозрачное «окно» есть и в листьях некоторых видов *Curio*, однако они имеют вид продольной полоски, протягивающейся по всему листу, не имеющему уплощенной верхушки. Такие листья также интерпретировали как оконцевые. «Окна» в листьях *Curio* ориентированы беспорядочно по отношению к падающему свету, а у *C. hallianus* G.D. Rowley & P.V.Heath и особенно у *C. rowleyanus* (H.Jacobsen) P.V.Heath весьма узки, что вызывает сомнения в их существенном значении как структур, снабжающих хлоропласты светом, поэтому имеющие «окно» листья *Curio* едва ли представляют собой «оконцевые листья» в функциональном отношении. «Окна» в субунифациальных листьях *Curio* представляют собой скорее сохранение структурных особенностей черешка листа исходного типа, нежели результат выработки особого варианта гелиоморфного синдрома, и не имеют большого функционального значения (Ozerova, Timonin, 2013).

Совместно с лабораторией генной инженерии Института Физико-Химической биологии имени А.Н. Белозерского МГУ был исследован геном представителей рода *Senecio*.

Изучено развитие мечевидных листьев у *Senecio crassissimus* Humber и *Curio ficoides* (L.) P.V.Heath. Листья этих видов, уникальных по форме, различаются как по очертаниям листовой пластинки, так и по ее строению и способу уплощения в вертикальной плоскости. Листовая пластинка *C. ficoides* унифациальная и уплощается при абаксиальном росте. Листовая пластинка *S. crassissimus* субунифациальная и уплощается при абаксиальном росте. Следовательно, эти листья эволюционировали конвергентно. Энсиформные листья *C. ficoides* похожи на классические энсиформные листья, присущие *Iridaceae*. Энсиформные листья *S. crassissimus* отличаются от последних, субунифациальностью и способом уплощения их листовой пластинки. Соответственно, листья *S. crassissimus* лучше отнести к категории субэнсиформных. Оба вида могут оказаться ценными модельными объектами для изучения эволюционных перестроек генных сетей у высших растений (Ozerova, Timonin, 2021).

Большинство видов рода *Curio* включены в Red List of South African plants и являются узкоареальными эндемиками. Возможности размножения видов рода *Curio* в коллекциях ботанических садов ограничены в силу большой трудоёмкости получения семенного материала, а традиционный метод черенкования обладает сравнительно низкой эффективностью. Всё это накладывает ограничения на изучение и сохранение представителей *Curio*. Для преодоления этих ограничений нами был использован биотехнологический подход к вегетативному размножению растений. Для 7 выбранных видов, которые представляют морфологическое разнообразие рода, были разработаны оригинальные протоколы получения культур побегов *in vitro* и их поддержания, что является основой для эффективного микрклонального размножения данных видов (Федотов, Озерова, 2021).

#### Список литературы

1. Fedotov A.P., Ozerova L.V., Timonin A.C. Leaf development in *Curio articulatus* (L.f.) P.V. Heath (Asteraceae-Senecioneae) // *Wulfenia*.- 2016. -Vol. 23. - P. 135-146.
2. Malenkova E.D., Ozerova L.V., Schazer I.A. & Timonin A.C. Considerations on *Senecio oxyriifolius* DC. and *S. tropaeolifolius* MacOwan ex F.Muell. (Asteraceae: Senecioneae) // *Wulfenia*.- 2014. Vol. 21.- P. 111-118.
3. Ozerova L.V., Schanzer I. A. & Timonin A. C. *Curio* alliance (Asteraceae: Senecioneae) revisited // *Wulfenia*.- 2017. -Vol. 24.- P. 29 –52.
4. Ozerova L.V., Timonin A.C. On the evidence of subunifacial and unifacial leaves: developmental studies in leaf-succulent *Senecio* L. species (Asteraceae). // *Wulfenia*.- 2009. Vol. 16.- P. 61–77
5. Ozerova L.V., Timonin A.C. Whether "window leaves" in species of *Curio* P.V. Heath (Asteraceae: Senecioneae)? / Functional plant anatomy: Proceedings of the International conference, dedicated to 90th anniversary of Gorn B. Kedrov (Moscow, September 16-21, 2013) / ed. A.C. Timonin. Moscow: MAKS Press.- 2013. - P. 138-142
6. Ozerova L.V., Timonin A.C. Development of ensiform leaves in *Senecio crassissimus* Humber and *Curio ficoides* (L.) P.V.Heath (Asteraceae: Senecioneae) // *Wulfenia*. – 2021. – Vol. 28. – P. 23–28.
7. Федотов А.П., Озерова Л.В. Разработка методов размножения узкоареальных видов южноафриканских суккулентов из круга родства *Curio* (Asteraceae) в культурах побегов *in vitro* // Труды по интродукции и акклиматизации растений. – Ижевск, 2021. Вып. 1. - С.415-420.



## ЭПИФИТНЫЕ СУККУЛЕНТЫ И САМ-ФОТОСИНТЕЗ

Николай Маркович ОРЛОВ

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, г. Москва

e-mail: nikolas.orloff@gmail.com

## EPIPHYTIC SUCCULENTS AND CAM-PHOTOSYNTHESIS

Nikolay M. ORLOV

N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (GBS RAS), Moscow

**Аннотация.** На основе анализа литературных данных рассматривается распространенность САМ (Crassulacean acid metabolism) среди сосудистых эпифитов. Распределение значений изотопной подписи углерода ( $\delta^{13}\text{C}$ ) характеризуется бимодальным градиентом, благодаря достаточно широкому присутствию вариантов САМ-фотосинтеза в данной группе. Собрано почти 2000 значений  $\delta^{13}\text{C}$  сосудистых эпифитов, что позволяет дать примерную оценку распространенности степени суккулентности и САМ-фотосинтеза внутри данной группы.

**Ключевые слова:** САМ-фотосинтез, изотопная подпись углерода  $\delta^{13}\text{C}$ , эпифиты, суккуленты.

**Abstract.** Based on the analysis of literature data, the prevalence of Crassulacean acid metabolism among vascular epiphytes is considered. The distribution of carbon isotope signature values ( $\delta^{13}\text{C}$ ) is characterized by a bimodal gradient, due to the fairly wide presence of CAM-photosynthesis variants in this group. Almost 2000 values of  $\delta^{13}\text{C}$  of vascular epiphytes were collected, which allows us to give an approximate estimate of the prevalence of succulence and CAM-photosynthesis in this group.

**Keywords:** CAM-photosynthesis, carbon isotope ratio  $\delta^{13}\text{C}$ , epiphytes, succulents

**Введение.** Среди любителей и профессионалов нет четкого определения, какое растение считать суккулентом, а какое нет, так как такие растения не связаны общим происхождением, а их схожие черты обусловлены конвергентной эволюцией в схожих условиях. Обычно суккулентами называют сосудистые растения, имеющие специальные ткани для запасания воды, которые помогают растению справиться с засушливым периодом. Часто под этим термином подразумеваются только ксерофитные суккуленты. Однако среди сосудистых эпифитов есть довольно много представителей, которые также проявляют комплекс признаков, характерных для суккулентов. Центральный признак, характеризующий этот комплекс, – это САМ-фотосинтез (Crassulacean acid metabolism – кислотный метаболизм толстянковых) (Zotz, Ziegler, 1997; Zotz, 2004; Silvera et al., 2005, 2009), который является

очень эффективной адаптацией к недостатку воды – основному лимитирующему фактору для эпифитов (Zotz, Nietz, 2001). С присутствием САМ-фотосинтеза хорошо коррелируют такие функциональные признаки листа как толщина и содержание воды на единицу площади (Petter et al., 2015). Считается, что большая толщина листа обеспечивает САМ-растениям более высокую возможность накопления органических кислот. Несмотря на то, что суккулентность и САМ сопутствуют друг другу, некоторые эпифиты являются исключением из этого правила (Silvera et al., 2005). Для определения типа фотосинтеза удобно использовать такой интегрирующий параметр, как показатель изотопной подписи углерода ( $\delta^{13}\text{C}$ ), что связано с особенностями фракционирования изотопов углерода в тканях растений при фиксации  $\text{CO}_2$ .

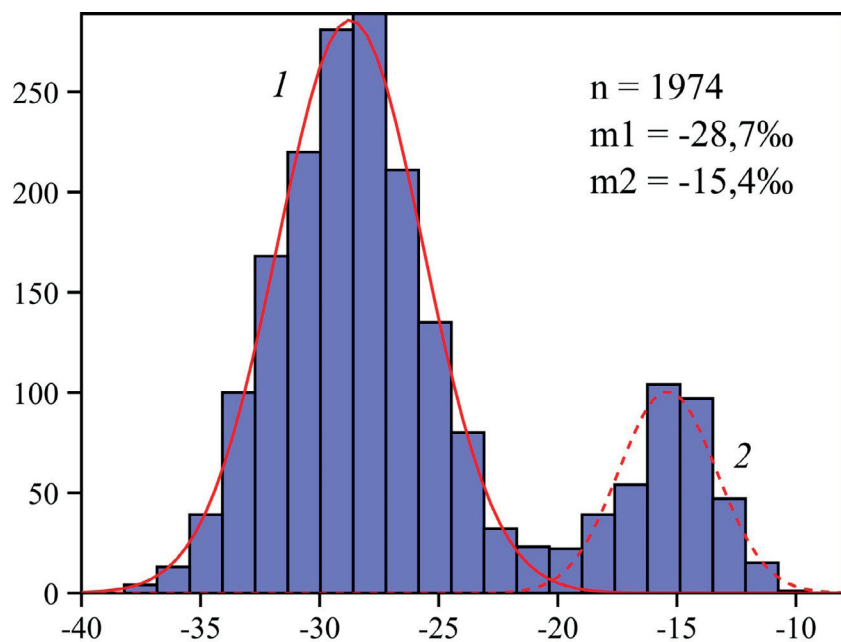
**Методы исследования.** Для выражения соотношения стабильных изотопов углерода  $^{12}\text{C}$  и  $^{13}\text{C}$  в тканях живых организмов, как правило, пользуются показателем  $\delta^{13}\text{C}$ , означающим отклонение отношения  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  в образце от международного эталона, выраженным в промилле:

$$\delta^{13}\text{C} = \left[ \frac{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{образец}}}{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{эталон}}} - 1 \right] \times 1000, \text{‰}$$

В качестве международного эталона для углерода используется vPDB, эквивалент кальцита белемнита из формации Peedee в Южной Каролине (США). Точность измерения концентрации изотопов в массовых анализах обычно составляет 0.1–0.3‰.

Углерод в тканях растений из-за нескольких этапов фракционирования содержит меньше стабильного изотопа  $^{13}\text{C}$  по сравнению с  $\text{CO}_2$  окружающего воздуха, значения  $\delta^{13}\text{C}$  которого составляют примерно –8.5‰. Для растений с  $\text{C}_3$ -фотосинтезом (цикл Кальвина) отмечен диапазон изменения  $\delta^{13}\text{C}$  в пределах примерно от –37 до –20‰, а для растений с САМ-фотосинтезом приблизительные значения  $\delta^{13}\text{C}$  равны от –23 до –10‰. Такой диапазон значений  $\delta^{13}\text{C}$  в тканях сосудистых эпифитов позволяет разделять САМ- и  $\text{C}_3$ -фотосинтез, учитывая отсутствие представителей с  $\text{C}_4$ -типом фотосинтеза среди эпифитов. Таким образом, оценка значений  $\delta^{13}\text{C}$  позволяет судить о степени суккулентности в группе сосудистых эпифитов.

**Результаты исследования.** В результате анализа литературных данных по изотопной подписи углерода  $\delta^{13}\text{C}$  сосудистых эпифитов было показано,



**Рис. 1.** Гистограмма, иллюстрирующая бимодальное распределение значений  $\delta^{13}\text{C}$  сосудистых эпифитов ( $n=1974$ ), собранных на основе литературных данных. Гауссовы кривые 1 и 2 с максимумами  $m1 = -28,7\text{‰}$  и  $m2 = -15,4\text{‰}$  отражают двухкомпонентную статистическую модель, полученную с помощью анализа смешанной модели (англ. mixture model analysis).

что данная величина для разных таксономических групп формирует два кластера значений (Orlov et al., 2022). Большой по объему кластер сформирован преимущественно  $\text{C}_3$ -видами с максимумом значений  $\delta^{13}\text{C}$   $-28,7\text{‰}$ , а в меньший входят представители видов с САМ, максимальное разнообразие которых наблюдается при  $-15,4\text{‰}$  (Рис. 1).

**Заключение.** Было обработано почти 2000 значений  $\delta^{13}\text{C}$ , относящихся к сосудистым эпифитам из 30 семейств. Некоторые представители семейств *Sactaceae*, *Orchidaceae*, *Bromeliaceae*, *Аросунасеae*, *Polypodiaceae*, *Clusiaceae* демонстрируют величины  $\delta^{13}\text{C}$ , характерные для САМ. Из анализа полученных данных изотопный состав углерода сосудистых эпифитов можно описать бимодальным градиентом значений  $\delta^{13}\text{C}$  с двумя максимумами, характерными для  $\text{C}_3$  ( $-28,7\text{‰}$ ) и САМ ( $-15,4\text{‰}$ ) типов фотосинтеза (Рис. 1). Степень суккулентности растёт при увеличении  $\delta^{13}\text{C}$ . При этом около 20% значе-

ний  $\delta^{13}\text{C}$  относится к группе растений с САМ-фотосинтезом. Существенную роль в распределении значений  $\delta^{13}\text{C}$  играет семейство *Orchidaceae*, как наиболее богатая представителями группа сосудистых эпифитов. Большое разнообразие видов, их экологическая пластичность в совокупности с наличием разнообразных вариантов факультативного типа САМ-фотосинтеза в данной группе существенно влияет на распределение значений изотопной подписи углерода эпифитов. Таким образом, оценка значений  $\delta^{13}\text{C}$  позволяет судить о распространенности суккулентности среди сосудистых эпифитов (Kerbaux et al., 2012, Petter et al., 2015, Orlov et al., 2022).

#### Список литературы

1. Kerbaux G., Takahashi C., Matiz A. et al. Crassulacean acid metabolism in epiphytic orchids: current knowledge, future perspectives // *Applied Photosynthesis* / – Rijeka: Intech, 2012.
2. Orlov N., Viktorova V., Eskov A. CAM (Crassulacean Acid Metabolism) Photosynthesis in Vascular Epiphytes // *Biology Bulletin Reviews*. – Vol. 12, № 5. – P. 527–543.
3. Petter G., Wagner K., Wanek W., et al., Functional leaf traits of vascular epiphytes: Vertical trends within the forest, intra- and interspecific trait variability, and taxonomic signals // *Functional Ecology*. – 2016. – Vol. 30. – P. 188–198.
4. Silvera K., Santiago L., Cushman J., Winter K. Crassulacean acid metabolism and epiphytism linked to adaptive radiations in the *Orchidaceae* // *Plant Physiol.* – 2009. – Vol. 149. № 4. – P. 1838–1847.
5. Silvera K., Santiago L., Winter K. Distribution of crassulacean acid metabolism in orchids of Panama: Evidence of selection for weak and strong modes // *Funct. Plant Biol.* – 2005. – Vol. 32. № 5. – P. 397–407.
6. Zotz G. How prevalent is crassulacean acid metabolism among vascular epiphytes? // *Oecologia*. – 2004. – Vol. 138. № 2. – P. 184–192.
7. Zotz G., Hietz P. The ecophysiology of vascular epiphytes: Current knowledge, open questions // *J. Exp. Bot.* – 2001. – Vol. 52. № 364. – P. 2067–2078.
8. Zotz G., Ziegler H. The occurrence of crassulacean acid metabolism among vascular epiphytes from Central Panama // *New Phytol.* – 1997. – Vol. 137. – P. 223–229.

**СУККУЛЕНТНАЯ ФЛОРА КУБЫ: ЗАПОВЕДНИКИ  
И НАЦИОНАЛЬНЫЕ ПАРКИ**

Владимир Хашимович ПАНКИН

г. Москва

e-mail: waltp@mail.ru

SUCCULENT FLORA OF CUBA: RESERVES AND NATIONAL PARKS

Vladimir H. PANKIN

**Аннотация.** В работе рассказывается о посещении ботанических садов, заповедников и национальных парков Кубы. Дается краткое описание мест произрастания эндемичных суккулентов.

**Ключевые слова:** Куба, заповедник, ареал, эндемик, суккулент, Cactaceae, *Melocactus*.

**Abstract.** This work describes visits to botanical gardens, nature reserves and national parks in Cuba. A brief description of the places where endemic succulents grow is given.

**Keywords:** Cuba, reserves, areal, endemic, succulent, Cactaceae, *Melocactus*.

В начале июля 2012 года в Гаване (Куба) проводился 32-й конгресс Международной организации по изучению суккулентных растений (IOS). Являясь членом IOS с 1999 года, я был приглашен принять участие в этом мероприятии.

Во время проведения Конгресса для всех его участников была организована экспедиция на серпентинитовые холмы заповедника дикой природы Трес-Сейбас-де-Клавеллинас (Tres Ceibas de Clavellinas), который хорошо известен как естественная среда обитания *Melocactus matanzanus* Leon. Этот заповедник расположен в провинции Матанза (Matanza), недалеко от одноименного города, примерно в 90 км к востоку от Гаваны (Рис. 1). Его живописные пологие холмы, обильно поросли невысокими деревьями и кустарником. На вершине одного из таких холмов мы увидели множество *Melocactus matanzanus*. Все растения в этом районе прекрасно адаптировались к жизни на серпентинитовых почвах, богатых мышьяком. Встречались как взрослые, цветущие экземпляры, так и молодые растения. Со-



Рис. 1. Место произрастания *Melocactus matanzanus* Leon в заповеднике Tres Ceibas de Clavellinas

трудники заповедника тщательно следят за сохранением этой уникальной популяции. Затем продолжили наше путешествие, посетив экологический заповедник Варахикакос (Varahicacos Ecological Preserve), расположенный в 32 км к западу от Матанзы на полуострове Варадеро. Там был отмечен один из самых старых экземпляров *Dendrocereus nudiflorus* (Engelm. ex Sauvalle) Britton & Rose (Рис. 2). Местные эксперты рассказали нам, что даже во времена прибытия первых испанских колонизаторов на Кубу этот экземпляр дендрocereуса уже был довольно крупным растением.



Рис. 2. Старейший экземпляр *Dendrocereus nudiflorus* (Engelm. ex Sauvalle) Britton & Rose в Varahicacos Ecological Preserve



Рис. 3. *Dracaena cubensis* Vict. недалеко от города Моа

Preserve). К сожалению, нам не удалось получить разрешение на посещение естественной среды обитания *Melocactus holguinensis* Areces и *Escobaria cubensis* (Britton & Rose) D.R.Hunt - уникальных местных эндемиков, находящихся на грани исчезновения, но все-же мы смогли увидеть их в ботаническом саду города Ольгин.

Следующей целью нашей поездки был Баракоа (Baracoa) – муниципалитет и город в провинции Гуантанамо (Guantánamo Province). По дороге мы остановились недалеко от города Моа (Moа), чтобы увидеть еще один уникальный эндемик Кубы – драцену кубинскую (*Dracaena cubensis* Vict.) (Рис. 3). Как правило, представители рода *Dracaena* Vand. ex L. являются типичными представителями флоры Африки, Мадагаскара и Австралии. Ученые предполагают, что этот вид драцены и ещё один представитель местной эндемичной флоры – *Euphorbia*



Рис. 4. *Euphorbia helenae* Urb. недалеко от города Моа

Однако, самая долгая и интересная поездка ждала нас после окончания Конгресса. Наша экспедиция отправилась на восток Кубы в провинцию Ольгин (Holgin), захватив по пути в природный заповедник Гуардалавака (Guardalavaca Nature

*helenae* Urb. сохранились в регионе Моа с тех времен, когда Америка ещё соединялась с Африкой (Рис. 4).

Проехав через горы юго-восточной Кубы к городу Имиас (Imias) расположенному на южном побережье острова в провинции Гуантанамо, возле небольшого

прибрежного утеса нами была обнаружена популяция *Stenocereus fimbriatus* (Lamarck) Lourteig (Рис. 5) и *Melocactus acunae* Leon (Рис. 6).

Затем мы направились в природный заповедник Лос-Монитонгос (Nature Preserve Los Monitongos). Он расположен на территории военной базы недалеко от города Гуантанамо (Guantanamo). Обычным посетителям доступ туда запрещён, но коллегам из Ботанического сада Гаваны удалось получить для всех нас разрешения на посещение этого строго охраняемого военного объекта. В заповеднике находится единственная популяция одного из самых интересных кубинских видов мелокактусов – *Melocactus evae* Mészáros, Zoltan. Этот вид имеет самые крупные цветки из всех кубинских представителей рода *Melocactus* Link & Otto. Прежде чем подняться в гору, сотрудники при-



Рис. 5. *Stenocereus fimbriatus* (Lamarck) Lourteig недалеко от города Imias, Guantánamo Province



Рис. 6. *Melocactus acunae* Leon недалеко от города Imias, Guantánamo Province



Рис. 7. Место произрастания *Melocactus evae* Mészáros, Zoltan в природном заповеднике Los Monitongos

родного заповедника рассказали нам об истории Лос-Монитонгос. Для удобства посетителей в нем были созданы и до сих пор бережно сохраняются деревянные лестницы и перила. Уже на середине пути стали встречаться крупные многоголовые экземпляры *Melocactus evae*, растущие на темных (почти черных) скалах. Чем выше мы поднимались, тем больше растений встречали, а на вершине холма нам открылась просто потрясающая картина! Со всех сторон нас окружали скалы с миллионами растений *M. evae*. Встречались как молодые, так и старые растения. Были вариации со светлыми и с темными колючками, с цветками и плодами одновременно (Рис. 7).

Двигаясь в направлении Сантьяго-де-Куба, мы планировали по пути посетить место обитания другого кубинского эндемика – *Melocactus harlowii* (Britton & Rose) Vaupel.,



Рис. 8. Популяция *Melocactus harlowii* (Britton & Rose) Vaupel возле города Santiago de Cuba

но после сильных дождей горные тропы стали совсем непроходимыми. Почти смирившись с невозможностью приблизиться к этим интересным растениям, мы отправились дальше, посетив по пути небольшой ботанический сад местной флоры. На его территории оказались ступени, ведущие на вершину холма. Поднявшись по ним, увидели естественную популяцию *M. harlowii* (Рис. 8). Растения росли на скалах, подвергшихся сильной эрозии. Молодые растения предпочитали селиться в углублениях скал. Почвы там почти не было, но растения приспособились к этому. В этом небольшом саду суккулентов мы увидели еще один эндемик Кубы – *Pereskia zinniiflora* (DC.) Lodé (Рис. 9).

В завершении хочется отметить, что ученые и правительство Кубы очень ответственно относятся к проблеме сохранения эндемичных видов. Ими созданы и бережно поддерживаются Национальные парки и заповедники, куда серьезно ограничен доступ посетителей. Законодательно запрещён сбор семян и живых растений в природе.

Автор выражает искреннюю благодарность научным сотрудникам Национального ботанического сада в Гаване (National Botanical Garden, Havana, Cuba) Dr. Luis Roberto Gonzalez Torres и Alejandro Palmarola за прекрасно организованную экспедицию по Кубе, а также Fred Katterman – члену IOS с 1984 г.

#### Список литературы

Fred Katterman. IOS Congress 2012 // - Cactus and Succulent Journal.- 2012.- Vol. 84, № 6.- P. 4-15.



Рис. 9. *Pereskia zinniiflora* (DC.) Lodé

**РОЛЬ ИНТРОДУКЦИИ МАДАГАСКАРСКИХ ВИДОВ АЛОЭ  
В СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКЕ ДЕКОРАТИВНОГО ЦВЕТОВОДСТВА.  
ALOE RAUHII: ИЗ ПРИРОДЫ – В КАЖДЫЙ ДОМ!**

Алексей Борисович ПЕРЕГУДОВ, Людмила Викторовна ОЗЕРОВА  
лаб. тропических растений ФГБУН Главный Ботанический Сад им. Н.В.Цицина РАН, Москва

e-mail: 1355731ap@gmail.com

INTRODUCTION OF MADAGASCAR ALOE SPECIES  
IN THE MODERN ECONOMY OF ORNAMENTAL FLORICULTURE.  
ALOE RAUHII: FROM NATURE – TO EVERY HOUSE!

Alexey B. PEREGUDOV, Ludmila V. OZEROVA

Tropical Plants Laboratory, FGBUN "Main Botanical Garden named after A.I. N.V. Tsitsina RAS,  
Moscow

**Ключевые слова:** *Aloe rauhii*, алоэ Мадагаскара, гибридизация алоэ

**Key words:** *Aloe rauhii*, aloe Madagascar, aloe hybridization

Мадагаскар называют одним из самых уникальных в флористическом отношении мест в мире. Согласно Каталогу растений Мадагаскара, по состоянию на 2018 год было известно 343 семейства сосудистых растений, насчитывающих примерно 12000 видов. 83 % этих растений являются эндемиками.

Согласно данным известного исследователя мадагаскарских алоэ Jean-Bernard Castillon (2010), на острове к 2010 году было зафиксировано 115 видов и 29 подвидов алоэ, половина из них не имеет близкого родства с африканскими видами. Наибольшее число миниатюрных видов алоэ, имеющих высокую коллекционную и декоративную привлекательность, также произрастают на Мадагаскаре.

Современные тенденции урбанизации предполагают не только продолжение развития коллекционирования, декоративного озеленения в закрытом грунте, но и обычного желания жителя мегаполиса иметь на подоконнике неприхотливое живое декоративное растение, не требующее сложного специфического ухода (чему соответствуют алоэ и многие суккуленты).

Помимо разнообразия природных форм *Aloe rauhii* Reynolds, коллекционерами была обнаружена способность этого вида легко гибридизироваться

и продуцировать потомство с высокими декоративными качествами. Современное многообразие сортов и культиваров на базе этого вида огромно и продолжает увеличиваться! В ассортименте крупнейших поставщиков растений для супермаркетов присутствует большая доля культиваров на базе *Aloe rauhii*.

По нашему мнению, в любых учреждениях ботанической направленности, в том числе в ботсадах, помимо селекции декоративных и сельскохозяйственных растений, возможно заниматься селекцией суккулентов. Научный потенциал и тепличные площади для этого есть, а доказательство эффективности можно наблюдать на прилавках всех крупных супермаркетов.

**Список литературы**

1. Britt, Adam; Clubbe, Colin; Ranarivelo, Tianjanahary. Conserving Madagascar's Plant Diversity // Curtis's Botanical Magazine. 21 (4). (December 6, 2004).
2. Heath P.V. Guillauminia rauhii (Reynolds) // Calyx 4(4): 147 (1994).
3. Jean-Bernard Castillon, Jean-Phillipe Castillon. Les Aloe de Madagascar. Reunion, 2010.
4. José Imery-Buiza, María B. Raymúndez, Andrea Menéndez-Yuffa. Karyotypic Variability in Experimental Diploid and Triploid Hybrids of *Aloe vera* x *A. Saponaria* // Cytologia 73(3): 305–311, 2008.
5. Rauh W. Succulent and Xerophytic Plants of Madagascar. Vol 1-2. Strawberry Press 1995.
6. Reynolds G.W. Plant Name Details for *Aloe rauhii* // Journal of South African Botany. Kirstenbosch 151 (1963).
7. "Aloe rauhii" // Plant Collections Rare and Endangered Species. United States Botanic Garden. May 1, 2011.
8. "Appendices I CITES"// cites.org. January 14, 2022.
9. Philippe Faucon. Aloe rauhii: http: Desert-tropicals.com. May 16, 2011.
10. Thomas Kent. Aloe rauhii: http: FloraFinder.org/ May 1, 2011.

## ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОФИЛЬНОГО ПЕНОСТЕКЛА GROWPLANT В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Владислав Игоревич ПЛЕТНЕВ<sup>1</sup>, Андрей Владимирович ВОЛКОВ<sup>2</sup>,  
Ольга Юрьевна МИРОНОВА<sup>3</sup>, Ярослав Андреевич МОРОЗОВ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ООО "Айсизм Гласс Калуга", г. Калуга

<sup>2</sup> ООО «Научно-Исследовательский Центр Экспериментального Растениеводства «ЭКЗОБИО», г. Москва

<sup>3</sup> Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет, НОЦ – Ботанический сад МГУ, г. Москва

e-mail: olgmirr@mail.ru

## APPLICATION OF HYDROPHILIC FOAM GLASS GROWPLANT IN CROP PRODUCTION

Vladislav I. PLETNEV<sup>1</sup>, Andrey V. VOLKOV<sup>2</sup>, Olga Yu. MIRONOVA<sup>3</sup>, Yaroslav A. MOROZOV<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ICM Glass Kaluga LLC, Kaluga

<sup>2</sup> EXOBIO Research Center for Experimental Plant Growing LLC, Moscow

<sup>3</sup> Lomonosov Moscow State University Faculty of Biology REC – Botanical Garden of Moscow State University, Moscow

**Аннотация.** В статье приведены направления применения гидрофильного пеностекла, как полноценного или компонента субстрата для растениеводства. Даны характеристики материала.

**Ключевые слова:** пеностекло, растениеводство, горшечные растения, кадочные растения, суккуленты, флорариум, МГУ им. М.В. Ломоносова, НИЦЭР «ЭКЗОБИО», вертикальные фермы.

**Abstract.** The article presents the directions of application of hydrophilic foam glass as a full-fledged or component of a substrate for crop production. The characteristics of the material are given.

**Keywords:** foam glass, plant growing, potted plants, tub plants, succulents, florarium, Lomonosov Moscow State University, NICER«EXOBIO», vertical farms.

Пеностекло чаще всего представлено в виде вспученного пористого материала из отходов стекла с закрытыми порами в качестве тепло-, звукоизоляционного и звукопоглощающего материала в виде блоков (плит), гранул и фасонных изделий. Ячеистое стекло характеризуется долговечностью, негорючестью, биостойкостью и достаточной прочностью. Среди основных свойств также можно выделить низкую теплопроводность пеностекла, что делает его перспективным теплоизоляционным материалом.

Однако разработано 2 типа данного материала: гидрофобный и гидрофильный. Гидрофобное пеностекло используется в строительстве (дороги, утеплитель и проч., срок службы до 100 лет), гидрофильное – в сельском хозяйстве. Оба пеностекла отличаются друг от друга поглощением воды. Строительное пеностекло имеет цвет от темно-серого до черного, щелочную реакцию, практически не крошится и запаянные поры1.

У гидрофильного материала, который выпускается в России под торговой маркой GrowPlant, относительно высокая влагоудерживающая способность, он легко смешивается с другими компонентами, биологически стоек: не подвержен разложению и гниению под действием микроорганизмов, не является благоприятной средой для насекомых и грызунов. Химически инертен: нейтрален к действию щелочей и слабых кислот. Субстрат GrowPlant является многоазотным (до полного разрушения), экологически чистым и стерильным материалом, не токсичен, не содержит тяжелых металлов2.

Тестирование гидрофильного пеностекла, в качестве полноценного субстрата или его компонента, происходило в течение нескольких лет. Так, например, фракция 20–40 мм хорошо подходит в качестве дренажа для уличных контейнеров, в том числе контейнерах типа Лечуза. В конце летнего сезона, у контейнерных растений не было отмечено гниения корневой системы, затхлой воды, в замкнутых контейнерах – легкость контейнера при транспортировке, малозатратный слив излишков воды после дождя. В конце каждого сезона субстрат был промыт, просушен и использовался повторно.

Фракция GrowPlant 10–20 мм была применена в гидропонике для выращивания огурцов (ТК «Зеленая линия»), томатов и перцев (площадка НИЦЭР «ЭКЗОБИО»). Первичный скрининг показал возможность применения полноценного субстрата в качестве наполнителя мата. Одно из больших преимуществ такого подхода – возможность многоазотного использования субстрата. Урожайность овощей была чуть ниже контроля, органолептические свойства – на уровне контроля. Однако, разработка мата продолжается, так как существует проблема – нарушение целостности упаковки в ходе транспортировки.

В НОЦ – Ботанический сад МГУ в сенсорном саду был применен GrowPlant в качестве дренажа подвесных грядок с эфиромасличными растениями. Данный эксперимент показал, что это отличный вариант для дождливых сезонов.

Гидрофильное пеностекло можно использовать в грунтах с добавлением глинистых компонентов или с высокой влагоудерживающей способностью, в качестве дренирующего компонента.

В качестве компонента субстрат GrowPlant использовался для выращивания зеленных культур (салат, укроп, петрушка и т.д.) и горшечных цветочных культур. Оптимальным соотношением оказалась пропорция 30% GrowPlant и 70% нейтрализованный торф («Агробалт»). Для цветочных культур пеностекло идеально подходит в качестве дренажа контейнеров (фракция 5–10 мм и 20–40 мм в зависимости от контейнера), а также компонента субстрата (фракция 2–5 мм и 5–10 мм).

Хороший результат показал субстрат при выгонке луковичных культур-нарциссов и тюльпанов в ящиках, он был использован слоем 3-5 см, фракция 10-20 мм. Это позволило облегчить вес ящика. В отличие от керамзита пеностекло не адсорбирует соли.

Тестирование пеностекляного песка для горшечной культуры (фракция 0-5мм) показало отрицательный результат, в качестве компонента субстрата. С течением времени, песок занимает определенный уровень в контейнере и уплотняется, корневая система не может «пробить» данный слой и останавливается в росте и развитии.

В настоящее время гидрофильное пеностекло тестируется в Суккулентной оранжереи НОЦ – Ботанический сад МГУ. В течение нескольких лет материал используется в качестве дренажа и компонента субстрата. Специфический микроклимат оранжереи способствует разработке многокомпонентных субстратов для качественного содержания суккулентов. Успешно применяется GrowPlant в качестве дренажа для части коллекции оранжереи, как компонент – предпочтительна фракция 2–5 мм.

Таким образом, гидрофильное пеностекло GrowPlant может служить отличным материалом для создания дренажа и компонентом субстрата, размер применяемой фракции зависит от цели.

#### Список литературы

1. Сопегин Г.В., Рустамова Д.Ч., Федосеев С.М. Анализ существующих технологических решений производства пеностекла // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. Вып. 12. С. 1584–1609. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.12.1584-1609.
2. <https://grow-plant.com/?ysclid=lnnjawd6m0502703313>

УДК 581.19+581.22+581.6

#### БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АЛОЭ ДРЕВОВИДНОГО (*ALOE ARBORESCENS* MILL.)

Дарья Михайловна ПОЛЯКОВА,  
Анна Владиславовна ХАПКИНА, Елена Андреевна ЯГОЛЬНИК

Кафедра биологии ФГБОУ ВО Тульского государственного университета, г. Тула

e-mail: 89065309753a@gmail.com

#### BIOCHEMICAL FEATURES OF ALOE TREE (*ALOE ARBORESCENS* MILL.)

Darya M. POLYAKOVA, Anna V. KHAPKINA, Elena A. YAGOLNIK

Department of Biology, Tula State University, Tula

**Аннотация.** Определено содержание биологически активных веществ (далее БАВ) в Алоэ древовидном (*Aloe arborescens* Mill.), произрастающим в комнатных условиях. Проведен количественный анализ фенольных соединений, дубильных веществ и рутина в водных вытяжках, полученных из свежих листьев алоэ древовидного. Анализ количественного содержания биологически активных веществ модельного вида суккулента проводился для определения его приспособления к комнатным условиям.

**Ключевые слова:** биологически активные вещества; суккуленты; алоэ древовидное; фенольные соединения, дубильные вещества, рутин, целебные свойства суккулентов.

**Abstract.** The content of biologically active substances (hereinafter BAS) in *Aloe arborescens* Mill., growing in room conditions, was determined. A quantitative analysis of phenolic compounds, tannins and rutin in aqueous extracts obtained from fresh leaves of *Aloe arborescens* has been carried out. Analysis of the quantitative content of biologically active substances of the model succulent species was carried out to determine its adaptation to room conditions.

**Key words:** biologically active substances; succulents; aloe tree; phenolic compounds, tannins, rutin, healing properties of succulents.

Суккуленты – обширная группа растений, способных в своих тканях накапливать воду и питательные вещества. Это помогает пережить им неблагоприятный период засухи. Как правило, суккуленты в природе можно встретить в пустыне и полупустыне, степных районах регионов с жарким климатом (1).

В листьях суккулентов содержатся биологически активные вещества, которые обладают лечебными свойствами, что представляет возможность использовать листья и сок этих растений в разных отраслях (2).

Актуальность изучения суккулентов связана с наличием в них огромного количества полезных и целебных веществ, в частности биологически



активных. Определение количественного состава биологически активных веществ, содержащихся в листья Алоэ древовидного, позволяет подтвердить сохранение целебных свойств модельного вида суккулента, произрастающего в комнатных условиях (2).

Целью данной работы является определение количественного содержания БАВ суккулента, относящегося к виду Алоэ древовидное (*Aloe arborescens* Mill.), произрастающего в комнатных условиях.

Алоэ древовидное – вечнозеленое растение семейства лилейных (Liliaceae), широко культивируемое как комнатное растение под названием «столетник». Листья очередные, сочные, мясистые. Цветки оранжевые, собранные в густую пазушную кисть. Плод – цилиндрическая коробочка. В комнатных условиях цветет очень редко (3). Род *Aloe* принадлежит семейству Асфоделовых (Asphodelaceae) (4).

Лечебное действие алоэ обусловлено влиянием содержащихся в нем витаминов, а также повышением защитных функций организма человека. В настоящее время различные препараты алоэ применяются в глазной практике, при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, при анемиях, лучевых поражениях, воспалительных заболеваниях полости рта и т.п. Сок алоэ обладает бактерицидными и бактериостатическими свойствами, активен в отношении различных групп микробов (3).

Алоэ натурализовано как декоративное растение во многих тропических и умеренных зонах Земного шара. Произрастает на каменистых почвах между кустарников, в полупустынных и пустынных районах, встречается на высоте до 1800 м над уровнем моря. В России произрастает как комнатное и лекарственное растение (5).

Количественный анализ следующих групп БАВ: фенольные соединения, дубильные вещества и рутин, проводился в водных вытяжках, полученных из свежих листьев алоэ древовидного. При приготовлении водной вытяжки использовался карбонат кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) для нейтрализации кислот, содержащихся в соке листьев Алоэ древовидного *Aloe arborescens* Mill.

Для определения количественного содержания рутина и дубильных веществ в листьях модельного вида суккулента был использован метод перманганометрии, а для количественного определения фенольных соединений

был использован спектрофотометрический метод анализа при длине волны 700 нм (6). Данные, полученные в результате опытов, приведены в таблице.

**Таблица.** Содержание БАВ в алоэ древовидном, выращенном в комнатных условиях

Вид растения	Фенольные соединения, мкг/г	Рутин, мг%	Дубильные вещества, %
Алоэ древовидное ( <i>Aloe arborescens</i> Mill)	0,0021	1,6	5,8198

В составе сока из листьев Алоэ древовидного содержится большое количество дубильных веществ, небольшое содержание рутина и фенольных соединений.

Фенольные соединения являются высокомолекулярными соединениями. В статье А.Н. Смирновой с соавт. (7) указывается: «Терапевтические свойства рода алоэ связано с наличием фенольных метаболитов, представленных преимущественно флавоноидами и обладающих антиоксидантными свойствами. Отмечено, что флавоноиды образуют комплексы с фосфолипидами (далее ФЛ), что приводит к снижению антиоксидантных свойств». Данные, полученные при количественном анализе фенольных соединений, показывают, что в почвенном субстрате комнатного растения недостаточно ФЛ, что обусловлено низким содержанием фенольных соединений. Фенольные соединения будут вырабатываться в большем количестве, если в почвенный субстрат будет поступать большее количество ФЛ (7).

Дубильные вещества, как и фенольные соединения, являются высокомолекулярными соединениями и антиоксидантными системами, но в почве они связываются с органическими соединениями. Большое содержание дубильных веществ связано с наличием органических соединений в почвенном субстрате, используемого для выращивания комнатных растений. Так как концентрация органических веществ больше, чем неорганических, то и содержание дубильных соединений во много раз больше.

Рутин является низкомолекулярным соединением, витамином. В комнатных условиях рутин не может накапливаться в достаточных количествах. За счет этого, при работе антиоксидантной системы в алоэ древовидном задействованы в большей мере другие компоненты.

## Список литературы

1. Кто такие суккуленты и как они устроены [Электронный ресурс] // Суккулентопедия [сайт], [2021]. URL: <https://succulentswiki.ru/kto-takie-sukkulenty/> (дата обращения 29.05.2023).
2. Биологически активные вещества в листьях суккулентных видов: алоэ, каланхоэ, родиола [Электронный ресурс] // Библиофонд [сайт], [2003]. URL: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=877208> (дата обращения 29.05.2023)
3. Турова А. Д., Саложникова Э. Н. Лекарственные растения СССР и их применение. 4-е изд. стереотип. М.: Медицина, 1984. 304 с, ил.
4. *Aloe arborescens* Mill. // Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.plantarium.ru/page/view/item/48117.html> (дата обращения: 29.05.2023).
5. Алоэ древовидное (*Aloe arborescens* Mill.) [Электронный ресурс] // Здоровье. Лекарственная продукция из натуральных растений [сайт]. – URL: <https://lektrava.ru/encyclopedia/aloe-drevovidnoe/> (дата обращения 29.05.2023)
6. Ягольник Е.А. Методические указания по выполнению курсовых работ дисциплине «Введение в биотехнологию» для студентов очно, заочной форм обучения. Тула: Изд-во ТулГУ, 2021. 156 с.
7. Состав и физико-химические свойства липидов из листьев и сока алоэ древовидного (*Aloe arborescens* Mill.) / А.Н. Смирнова, Л.И. Мазалецкая, В.О. Швыдкий [и др.] // Научно-техническая информация. 2021. №4. С. 193-198.

УДК 58.006:582.661.56:712.253

## СУККУЛЕНТЫ КАК ЭЛЕМЕНТ «ТАКТИЛЬНОГО САДА»

Юлия Анатольевна ПШЕНИЧКИНА, Мария Анатольевна ТОМОШЕВИЧ,  
Евгений Викторович БАНАЕВ

ФГБУН Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск,

e-mail: [scutel@yandex.ru](mailto:scutel@yandex.ru)

## SUCCULENTS AS AN ELEMENT OF THE «TACTILE GARDEN»

Yulia A. PSHENICHKINA, Maria A. TOMOSHEVICH, Evgeny V. BANAEV

Central Siberian botanical garden SB RAS, Novosibirsk

**Аннотация.** Дано представление об экспозиции открытого грунта Центрального сибирского ботанического сада СО РАН г. Новосибирска «Тактильный сад». Одно из главных назначений экспозиции – реабилитация людей с проблемами здоровья. Суккуленты являются неотъемлемой частью экспозиции, как оригинальные и красивые объекты, которые можно потрогать руками. Приведены варианты использования суккулентов на экспозиции такого типа.

**Ключевые слова:** суккуленты, экспозиция, Тактильный сад.

**Abstract.** The article describes the open ground exposition of the Central Siberian Botanical Garden of the SB RAS in Novosibirsk called the "Tactile Garden". One of the main purposes of the exposition is the rehabilitation of people with health problems. Succulents are an integral part of the exhibition, as they are original and beautiful objects that you can touch with your hands. The options for using succulents at this type of exposition are presented.

**Keywords:** succulents, exposition, Tactile garden.

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН г. Новосибирска (ЦСБС) является одним из крупнейших научных учреждений Сибири, осуществляющим фундаментальные и прикладные научные исследования в области сохранения разнообразия растительного мира, рационального использования растительных ресурсов, акклиматизации, интродукции и селекции растений (1). Ботанический сад занимает территорию более 800 га.

Традиционно в работе института большое внимание уделяется экологическому просвещению и ботаническому образованию населения. Долгое время в ботаническом саду сотрудники сада проводили экскурсии для населения только по оранжереям тропических и субтропических растений. Экспозиции и коллекции растений открытого грунта располагались довольно далеко от главного корпуса и предназначались, в основном, для научных исследований. В 2002 г.

завершился перенос и создание экспозиционной зоны вокруг главного корпуса ЦСБС. При формировании новых экспозиций открытого грунта использовали приемы ландшафтного фитодизайна и садово-паркового строительства. Структура и состав экспозиций формировался в зависимости не только от направления научной деятельности лаборатории, курирующей экспозицию, но и с учетом проведения образовательной и просветительской деятельности (2). В настоящее время в ЦСБС 11 экспозиций открытого грунта, на которых представлены как растения природной флоры, так и сортовые растения (3). Коллекционный фонд растений открытого грунта ЦСБС составляет более 6507 таксонов.

Экспозиция «Тактильный сад» открылась в 2019 г. Авторы проекта: д.б.н. Е.В. Банаев, д.б.н. М.А. Томошевич. Цель данной экспозиции направлена на стимуляцию основных органов чувств человека через визуальное восприятие, обоняние и осязание. Это первая и пока единственная экспозиция ЦСБС, прямое назначение которой – реабилитация людей с проблемами здоровья, восстановление эмоционального состояния человека. Экспозиция «Тактильный сад» входит в перечень экскурсий по экспозициям открытого грунта ЦСБС.



Рис. 1. Фрагмент экспозиции «Тактильный сад»

Экскурсия рассчитана на широкий круг посетителей разного возраста. Экскурсии по экспозиции проходят с середины мая по октябрь.

Экспозиция имеет прямоугольную форму. Дорожки шириной 60 см выложены спилами из сосны обыкновенной. Как вариант можно использовать крупную щепу деревьев или отсев щебня. В центре экспозиции в форме лепестков цветка размещены инертные материалы: керамзит, галька, тротуарная плитка, кора, песок (Рис. 1).

Посетителям предлагается почувствовать разную текстуру, сыпучесть, плотность и упругость компонентов, составляющих лепестки.

На экспозиции есть небольшой водоем с водными растениями.



Рис. 2. Арт-объект «Павлин»

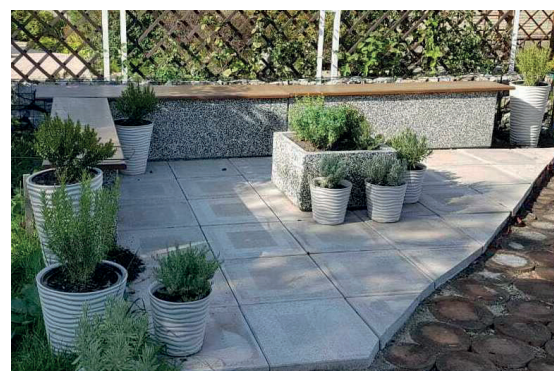


Рис. 3. Пряно-ароматический уголок

*Myrtus, Artemisia, Rosmarinus, Lavandula.*

Растения содержат эфирные масла с характерными запахами, которые воздействуют на органы обоняния человека. Посетителей знакомят с особенностями воздействия пряно-ароматических растений на организм человека. Детям предлагается игра «Узнай растение по запаху».

Немалую роль в оформлении экспозиции «Тактильный сад» играют и суккулентные растения. Суккуленты экспонируются практически на всех экспозициях открытого и закрытого грунта ЦСБС. Коллекция суккулентов ЦСБС признана крупнейшей в Азиатской России (Чичканова и др., 2018). Ядром коллекции являются представители семейства *Cactaceae*.

Использование суккулентов в «Тактильном саду» имеет ряд направлений.

Большое значение в «Тактильном саду» уделяется подбору растений. Помимо красоты, здесь важно учитывать и другие качественные характеристики видов: их аромат, фактуру поверхности органов.

Живописным элементом сада является арт-объект «Павлин», хвост которого выполнен из красивоцветущих ярких однолетних растений (Рис. 2).

В противоположных углах экспозиции находятся пряно-ароматические уголки (Рис. 3). Здесь в вазонах размещены виды родов

Во-первых, как декоративный элемент сада. Это оригинальные, красивые, но, в то же время, неприхотливые растения, за которыми несложно ухаживать. Суккуленты вызывают неизменный интерес, особенно у детей. Во-вторых, из-за своих своеобразных вегетативных органов, они вполне подходят для тактильного сада как растительные объекты, которые можно трогать руками, что важно для людей с ограниченными возможностями по зрению. В-третьих, ряд суккулентов используются как лекарственные растения в официальной и народной медицинах разных стран. Экскурсантов знакомят с особенностями строения этих растений, их распространением и экологической приуроченностью.

Часть суккулентов, присутствующих на экспозиции, являются многолетними растениями открытого грунта (*Sedum acre* L., *Sempervivum tectorum* L.). Растения хорошо переносят зиму и цветут в вегетационный сезон. Из них создаются цветочные пятна на земле, также их применяют как элемент различных



Рис. 4. Арт-объект «Черепаха» с *Sempervivum tectorum*

арт-объектов, расположенных на экспозиции (Рис. 4).

Другие растения выставляются в вазонах только на вегетационный сезон. В нашем «Тактильном саду» используются листовые суккуленты, имеющие мясистые листья разной толщины, формы и цвета (Рис. 5). Это представители рода *Echeveria* (*E. pulvinata* Rose, *E. shaviana* E. Walther), *Sedum* (*S. pachyphyllum* Rose, *Sedum brevifolium* DC., *Sedum sieboldii* Regel),



Рис. 5. Композиция из суккулентов для тактильных ощущений

суккулентов в многоуровневых вазонах (*Sedum morganianum* E. Walther).

Для «Тактильного сада» не подойдут стеблевые суккуленты, листья которых часто редуцированы в колючки, или растения с шипами и колючками на листьях (многие представители семейства *Cactaceae*, *Agavaceae*, *Asphodelaceae* и др.). Не желательно использовать для экспозиции данного типа растения, имеющие ядовитый или раздражающий кожу млечный сок и т.д. (например, виды рода *Euphorbia*).

Таким образом, суккуленты являются неотъемлемым элементом экспозиции «Тактильный сад», давая возможность посетителям, в том числе с ограниченными возможностями по зрению, «увидеть» и почувствовать красоту и разнообразие растительного мира, приобщиться к ландшафтному искусству.

#### Список литературы

1. Времена года. К 70-летию Центрального сибирского ботанического сада / Науч. ред. Е.В. Банаев; Составители: Пшеничкина Ю.А., Байкова Е.В., Красников А.А., Лукьянчиков С.В., Науменко Е.В. Рос. акад. наук, Сиб. отделение, Центральный сибирский ботанический сад. // – Новосибирск: Академическое из-во «Гео», 2016. – 104 с.
2. Пшеничкина Ю.А. Центральный сибирский ботанический сад сибирского отделения РАН // Биология для школьников: научно-популярный журнал для старшеклассников. – 2011. – № 3. – С. 20–23.
3. Растительное многообразие Центрального сибирского ботанического сада СО РАН / науч. ред.: И.Ю. Коропачинский, Е.В. Банаев; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Центральный сибирский ботанический сад. // – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2014. – 492 с.
4. Чичканова Е.С., Багрикова Н.А., Коротков О.И., Гончарова О.И. Таксономический состав коллекционных фондов суккулентных растений в некоторых ботанических садах и научных учреждениях СНГ (Россия, Беларусь) // Сборник научных трудов ГНБС. – 2018. – Т.147. – С. 167–169.

*Haworthia cymbiformis* (Haw.) Duval, *Crassula rupestris* L.f. Контрастными по тактильным ощущениям являются достаточно жесткие, шероховато-бородавчатые листья видов рода *Gasteria*. Хорошо смотрятся композиции из ампельных сукку-

КОЛЛЕКЦИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ  
РОДА *SELENICEREUS* (A. BERGER) BRITTON & ROSE  
В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ПЕТРА ВЕЛИКОГО. 200 ЛЕТ В КУЛЬТУРЕ

Евгения Леонидовна РОМАНОВА

Ботанический институт им. В.Л.Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

e-mail: romanova.evge@yandex.ru

COLLECTION OF REPRESENTATIVES  
OF THE GENUS *SELENICEREUS* (A. BERGER) BRITTON & ROSE  
IN THE PETER THE GREAT BOTANICAL GARDEN. 200 YEARS IN CULTURE

Eugenia L. ROMANOVA

Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences (BIN RAS). Professor Popov str., 2,  
St. Petersburg, Russia

**Аннотация.** Рассказывается о роде *Selenicereus* в Ботаническом саду Петра Великого. Какие представители рода содержатся в коллекции, как давно и откуда поступили. Экспонирование селеницереусов, ночные экскурсии к цветущим «царицам ночи».

**Ключевые слова:** Кактусы, коллекция, *Selenicereus*, ботанический сад, царица ночи

**Abstract.** The article tells about the genus *Selenicereus* in the Peter the Great Botanical Garden. It describes which members of the genus are contained in the collection, where they came from and how long ago they did. Exposure of selenicereuses, night excursions to the blooming "queens of the night".

**Keywords:** Cacti, collection, *Selenicereus*, botanical garden, queen of the night

Ботанический сад Петра Великого обладает обширной и старой научной коллекцией суккулентных растений. Начало этой коллекции было положено еще в 1720-х годах в первых оранжереях Аптекарского огорода (7), и сейчас в ней насчитывается почти 2300 таксонов, из которых более 1100 – Cactaceae.

Среди живых экспонатов Ботанического сада особенное место занимают кактусы из рода *Selenicereus* (A. Berger) Britton et Rose, известные как «царица ночи». На сегодняшний день известно 28 видов и 4 разновидности. Эти кактусы-лианы, зачастую довольно крупные (побеги до 5 м), распространены во влажных субтропических и тропических зонах, расположенных от южных штатов США, включая Мексику, Центральную Америку, Карибские острова и юг Южной Америки, до Аргентины. Характерная особенность всех ви-

дов селеницереусов – ночное цветение. Цветки распускаются на несколько часов с наступлением темноты. Как правило, они очень ароматные, белые или розоватые в зависимости от вида, многочисленные, чаще всего крупные, с большим количеством лепестков (1, 2). Люди давно оценили высокую декоративность цветков этих кактусов и широко используют их для озеленения не только в Америке, но и на других континентах, в странах с теплым климатом.

Наиболее популярным и распространенным в культуре, по-видимому, следует считать *Selenicereus grandiflorus* (L.) Britton et Rose, самый быстрорастущий, неприхотливый и обильно цветущий. Этот вид был первым из описанных селеницереусов, он поступил в Ботанический сад в 1824 году (4), и в следующем, 2024 году, исполнится 200 лет с тех пор, как этот кактус начал выращиваться Саду. В 1857 году Императорский Ботанический сад получил *Selenicereus hamatus* (Scheidw.) Britton et Rose (7), вид также очень популярный в культуре. Третий по популярности – *Selenicereus macdonaldiae* (Hook.) Britton et Rose. Не удалось найти сведения, когда этот вид впервые появился в Саду, но достоверно известно, что он был в коллекции в 1902 году.

Исторические катаклизмы начала XX века плохо отразились на коллекциях живых растений. После 1917 года многое было утрачено или пришло в упадок, не сохранились и селеницереусы из Императорского ботанического сада. Однако в 1920-е годы коллекции стали восстанавливаться силами сотрудников-энтузиастов. В январе 1941 года в коллекции кактусов числилось 10 таксонов селеницереусов: *Selenicereus grandiflorus* (L.) Britton et Rose, *Selenicereus hamatus* (Scheidw.) Britton et Rose, *Selenicereus macdonaldiae* (Hook.) Britton et Rose, *Selenicereus pteranthus* (Link ex A. Dietr.) Britton et Rose (под старым названием *S. nycticaulis* (Link ex A. Dietr.) W. T. Marshall), *Selenicereus coniflorus* (Weing.) Britton et Rose, *Selenicereus spinulosus* (DC.) Britton et Rose и садовые гибриды. В июне началась ВОВ, город оказался в блокаде, оранжереи были разрушены, а большая часть живых коллекций – утрачена. Однако, около 1000 экземпляров кактусов и других суккулентов удалось сохранить. Среди спасенных растений были и селеницереусы: *Selenicereus macdonaldiae* (Hook.) Britton et Rose – 1 экз., *Selenicereus hamatus* (Scheidw.) Britton et Rose – 3 экз., *Selenicereus pteranthus* (Link ex A. Dietr.) Britton et Rose (*S. nycticaulis* (Link ex A. Dietr.) W.T. Marshall) – 1 экз. (6).

Табл. 1. Представители рода *Selenicereus* в коллекции Ботанического сада Петра Великого (2023). Виды и ареалы даны по: Edward F. Anderson, 2001 (1)

Название растения	Родина	Год поступления	Откуда получено
<i>S. anthonyanus</i> (Alexander) D.R. Hunt	Мексика (Чиалпас), Гватемала, Бразилия	1980, цветет	Черенок от любителя, Эстония, Таллинн
<i>S. chrysoacanthum</i> (Alexander) Kimmach	Мексика (Чиалпас, Табаско)	1979, цветет	Семена, Чехия, Прага, фирма "Naege"
<i>S. caniflorus</i> (Weing.) Britton et Rose	Мексика (Чиалпас, Табаско)	2007	Растение, Эстония, Таллинн, Бот. сад
<i>S. donkeana</i> (Salm-Dyck) Britton et Rose	Мексика (Юкатан)	2007	Растение, Эстония, Таллинн, Бот. сад
<i>S. grandiflorus</i> (L.) Britton et Rose	Мексика (Юкатан), Гватемала, о-ва Карибского моря	1970, цветет	Черенок поступил как гербарный образец
<i>S. grandiflorus</i> var. <i>affinis</i> (Salm-Dyck) Borg	Мексика (Юкатан), Гватемала, о-ва Карибского моря	2001, цветет	Растение от любителя, СПб, Первый Санкт-Петербургский Госуд. медицинский университет им. И.П. Павлова
<i>S. hamatus</i> (Scheidw.) Britton et Rose	Мексика, побережье Мексиканского залива	1930-е, цветет	Семена или черенок, Германия, Грейфсвальд, Бот. сад и Арборетум
<i>S. inermis</i> (L.) Britton et Rose	Боливия, Венесуэла, Колумбия	2003, цветет	Черенок, Москва, ГБС
<i>S. macdonaldiae</i> (Hook.) Britton et Rose	Гондурас	1929 или 1902, цветет	Черенок или семена, Португалия, Лиссабон, Бот.сад. Неизвестно. Помета «Грөө»
<i>S. mirrilli</i> Britton et Rose	Мексика (Колима)	2003	Черенок, Москва, ГБС
<i>S. nelsonii</i> (Weing.) Britton et Rose	Южная Мексика	1962, цветет	Семена или черенок, Румыния.
<i>S. pteranthus</i> (Link et A. Dietr.) Britton et Rose	Мексика, Центр. Америка	1926, цветет	Семена или черенок, Германия, Берлин, Бот. сад
<i>S. setaceus</i> (DC.) Werdern.	Бразилия, Боливия, Парагвай, Аргентина	1996	Семена, Швейцария, Цюрих, Succulent Plant Collection
<i>S. testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Vuxh.	Мексика, Гватемала	2000, цветет	Черенок, Эстония, Таллинн, Бот. сад
<i>S. urbinianus</i> (Guerke et Weing.) Britton et Rose	Карибские острова, Куба	2007	Растение, Эстония, Таллинн, Бот. сад
<i>S. validus</i> S.Arias et U.Buzman	Мексика (Мичоакан)	2004, цветет 2005, цветет	Семена, Германия, Гёттинген, Бот. сад Ун-та + Черенок от любителей, СПб

Эти экземпляры сохранились и в послевоенный период, они живы сейчас, и их можно увидеть в экспозиционной оранжерее кактусов.

Сегодня в Ботаническом саду Петра Великого содержится 15 видов и 1 разновидность селеницереусов (Табл. 1), это больше половины существующих сейчас видов. Большая часть видов ежегодно радует своим цветением.

Чтобы посетители смогли убедиться, что знаменитая «царица ночи» – это кактус, причем не единственный вид, а несколько, в экспозиционной оранжерее организовано несколько «уголков» вдоль маршрута специально для селеницереусов. Для *Selenicereus grandiflorus*, *Selenicereus grandiflorus* var. *affinis*, *Selenicereus testudo* в начале 2000-х гг. была создана искусственная скала из песчаника. В 2015–16 гг. для *Selenicereus hamatus* и *Selenicereus macdonaldiae* были оборудованы «эпифитные деревья». В 2018 г. *Selenicereus inermis* разместили на стеллаже, где он может цепляться за укрепленные на стене экспозиционной оранжереи ветви старого дерева. *Selenicereus validus*, *Selenicereus pteranthus*, *Selenicereus nelsonii*, *Selenicereus coniflorus*, *Selenicereus anthonyanus* выставлены на боковой дорожке в больших горшках с опорами для лиан. Во время цветения горшки с кактусами перемещаются на основной маршрут, где их можно рассмотреть и сфотографировать. *Selenicereus chrysocardium* в подвесной корзине, укрепленной на балке, хорошо виден посетителям с основной дорожки.

Ночные экскурсии к цветущим селеницереусам в Ботаническом саду начали проводить с конца 1950-х гг., но сначала это делалось редко и не ежегодно. К концу 1960-х гг. ночные показы «царицы ночи» уже проводились регулярно и постепенно стали традицией. В экспозиционной оранжерее представлено множество суккулентных растений, все они по-своему прекрасны и заслуживают внимания. Цветение селеницереусов – особенное событие, совпадающее с периодом «белых ночей» в Санкт-Петербурге. Увидеть, как почти на глазах раскрываются огромные ароматные цветки, – настоящий праздник. В последние годы наши посетители имеют возможность посмотреть за один вечер цветение не одной, а нескольких «цариц», как минимум двух, а если повезет, то и трех. В 2018 году в одну из ночей цвели одновременно 3 «царицы»: *Selenicereus grandiflorus*, *Selenicereus hamatus* и *Selenicereus macdonaldiae*.

Селеницереусы культивируются в Ботаническом саду Петра Великого почти 200 лет, традиция ночных показов цветущей «царицы» продолжается уже более 50 лет, она прерывалась только на период «ковидных» ограничений. Ночные прогулки по оранжереям к цветущим «царицам» не менее популярны у жителей города и его гостей, чем визиты к Медному всаднику или в Летний сад. «Царица ночи» – теперь самый известный кактус Петербурга, а цветок селеницереуса крупноцветкового стал главным символом Ботанического сада Петра Великого и его визитной карточкой.

#### Список литературы

1. Anderson E. F. The Cactus Family. Portland, Oregon. 2001. 776 p.
2. Backeberg C. Die Cactaceae. Band II. Jena. 1959. 795 S.
3. Бобров А.Е., Вислоух В.И., Молодкина О.А., Морщицина, Пилипенко Ф.С., Смирнова Н.И., Тихонова М.Н., Удалова Р.А., Шестова А.Г. Тропические и субтропические растения в оранжереях Ботанического института АН СССР. Ленинград. 1973. 276 с.
4. Васильева И.М., Удалова Р.А. Суккуленты и другие ксерофиты в оранжереях Ботанического сада Ботанического института им. В.Л. Комарова. СПб. 2007. 416 с.
5. Дьяконов В.М., Курнаков Н.И. Кактусы и их культура в комнатных условиях. Ленинград. 1953. 112 с.
6. Романова Е.Л. Представители рода *Selenicereus* в коллекции Ботанического сада Петра Великого. История «Царицы ночи» в Санкт-Петербурге. Цветоводство: история, теория, практика. Сборник статей IX международной научной конференции (7-13 сентября 2019 г., Санкт-Петербург). СПб. 2019. С. 257-261.
7. Удалова Р.А. Кактус «Царица ночи». Москва. Ленинград. 1960. 16 с.
8. Удалова Р.А. К истории создания коллекции суккулентных растений в Санкт-Петербургском Ботаническом саду. Ботанический журнал. Т. 77. № 11. СПб. 1992. С. 129-135.

УДК 58:069.029(470-25); 581.522.68-270.2(4-11); 581.9-270.2(4-11)

#### ПРЕДСТАВИТЕЛИ СЕМЕЙСТВА CRASSULACEAE J.ST.-NIL. НА ЭКСПОЗИЦИИ ФЛОРЫ ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ ГБС РАН

Рано Зубайдуллоевна САДАТОВА

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва

e-mail: rsaodatova@mail.ru

REPRESENTATIVES OF THE CRASSULACEAE J.ST.-NIL. FAMILY ON THE  
EASTERN EUROPE FLORA EXPOSITION OF MBG RAS

Rano Z. SAODATOVA

N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (GBS RAS), Moscow

**Аннотация.** Приведен обзор 13 интродуцированных видов семейства Crassulaceae. На экспозиции флоры Восточной Европы испытано 27 образцов, из них 25 образцов собраны в природе. 11 образцов выращены из семян. Указаны сроки и продолжительность цветения растений, их высота во время отцветания, максимальная длительность выращивания и устойчивость образца в культуре.

**Ключевые слова:** толстянковые, *Rhodiola*, *Sedum*, *Sempervivum*, интродукция растений.

**Abstract.** A review of 13 introduced species of the Crassulaceae family is given. 27 samples were tested at the exposition of Eastern European flora, 25 of them were collected in nature. 11 samples were grown from seeds. The terms and duration of plant flowering, their height during flowering, the maximum duration of cultivation and the resistance of the sample in culture are indicated.

**Keywords:** Crassulaceae, *Rhodiola*, *Sedum*, *Sempervivum*, plant introduction.

Во флоре Восточной Европы семейство Crassulaceae содержит 12 родов и 57 видов, произрастающих преимущественно в сухих, открытых местах, нередко среди камней и в трещинах скал в горных районах; некоторые виды широко культивируются и дичают (Бялт, 2001). Декоративные растения таких родов, как *Rhodiola* L., *Sedum* L., *Sempervivum* L., не требуют специального ухода и могут массово использоваться в культуре для оформления горок и каменистых садов (Растения ..., 1961). В общий список видов территории ГБС РАН 1949 г. вошли *Sedum acre* и *S. telephium* как дикорастущие виды (Евтюхова, 1949).

Анализ картотеки видов-интродуцентов лаборатории природной флоры ГБС РАН и коллективных сводок (Растения ..., 1961; Интродукция растений ..., 1979; Растения ..., 2013) позволил сделать обзор интродукции растений

семейства толстянковых на экспозиции флоры Восточной Европы. До 1946 г. отдельные образцы *Sedum acre*, *S. purpureum*, *S. telephium* и *Sempervivum soboliferum* выращивали в питомнике на Воробьевых горах, затем на делянках экспозиции в Останкино. В 50-х годах XX века толстянковые культивировали на участке суккулентов, а потом в сочетании с сопутствующими им растениями тундр на арктической горке, степей на меловой и известковой горках, Восточных Карпат на карпатской горке. Всего за период с 1946 по 2022 г. испытано на экспозиции 27 образцов 13 видов (Табл. 1), из них 25 образцов собраны в природе. 11 образцов выращены из семян. Первичное интродукционное испытание проходит *Sempervivum marmoreum*, полученный в 2022 г. из частной коллекции М.М. Диева; шесть розеток посажены на карпатскую горку.

В статье использованы старые названия растений с указанием в квадратных скобках современных их аналогов, проверенных по базе данных Plants of the World Online (2023).

*Rhodiola rosea* – ценнейшее лекарственное растение с широким ареалом, но в отдельных регионах России и Украины является редким (Красная книга РФ, 2008; Красная книга Украины, 2021). Данный вид на экспозиции был представлен четырьмя образцами сборов: 1951 г. семена из заповедника Кандалакша, с южного скалистого мыса о. Ломнишного; 1959, 1964, 1968 гг. семена и живые растения с Карпат. Наиболее устойчивым оказался один из карпатских образцов. Семена его собраны в ноябре 1959 г. на горе Говерла и посеяны 20 января 1960 г. в ящики. Всходы появились спустя 112 дней. В середине лета на постоянное место посажено 95 экземпляров, из них перезимовало 33. Затем численность образца уменьшилась до 8 особей и сохранялась в течение 5 лет. Растения зацвели на третий год после посева. Фенологические наблюдения показали, что средний срок начала цветения наступает 1 июня ( $\pm 7$  дней), самая ранняя дата – 17 мая, поздняя – 14 июня. Цветение длилось около двух недель. Созревание семян не зафиксировано. С 2017 г. начаты работы по повторному культивированию *Rhodiola rosea*. В 2017–2019–2021 гг. проведены посевы в лаборатории при комнатной температуре в контейнеры с грунтом 4 образцов семян (Табл. 2), полученных по обмену через Delectus. Семена перед посевом стратифицированы при температуре  $-18^{\circ}\text{C}$  в течение

Таблица 1. Виды семейства Crassulaceae на экспозиции флоры Восточной Европы

Вид	Высота растения во время отцветания, см	Полнота цикла развития	Число образцов	Максимальная длительность выращивания образца в культуре, лет	Устойчивость в культуре
<i>Rhodiola rosea</i> L.	25	цв.	8	9	у*
<i>Sedum acre</i> L.	8	пл.	2	21	в/у*
<i>Sedum album</i> L.	-	-	1	до 5	в/у*
<i>Sedum alpestre</i> Vill.	20	пл.	2	19	у
<i>Sedum carpaticum</i> G.Reuss [ <i>Hylotelephium telephium</i> subsp. <i>telephium</i> ]	40-50	пл.	2	67	у*
<i>Sedum hybridum</i> L. [ <i>Phedimus hybridus</i> (L.) 't Hart]	25	пл.	1	21	в/у*
<i>Sedum maximum</i> (L.) Hoffm. [ <i>Hylotelephium maximum</i> (L.) Holub]	50	пл.	1	60	в/у*
<i>Sedum purpureum</i> (L.) Schult. [ <i>Hylotelephium telephium</i> subsp. <i>telephium</i> ]	50-60	пл.	2	76	в/у
<i>Sedum stepposum</i> Boriss. [ <i>Hylotelephium maximum</i> subsp. <i>ruprechtii</i> (Jalas) Dostál]	-	вег.	1	1	н/о
<i>Sedum telephium</i> L. [ <i>Hylotelephium telephium</i> (L.) H.Ohba]	35	пл.	4	24	в/у
<i>Sempervivum marmoreum</i> Griseb.	-	вег.	1	1	н/о
<i>Sempervivum montanum</i> L.	-	пл.	1	24	у
<i>Sempervivum ruthenicum</i> Schnittsp. & C.B.Lehm.	25	пл.	1	28	у
<i>Sempervivum soboliferum</i> Sims [ <i>Sempervivum globiferum</i> subsp. <i>globiferum</i> ]	20	пл.	2	25	у

Обозначения: цв. – цветет; пл. – плодоносит; вег. – вегетирует; в/у – высокоустойчивый; у – устойчивый; н/о – устойчивость не определена; \* - по данным Н.В. Трулевич (1991).

двух месяцев. В 2020 г. 15 сентября были собраны семена местной репродукции первого образца.



Таблица 2. Выращивание *Rhodiola rosea* из семян

Номер образца	Происхождение образца*	Дата посева в лаборатории	Дата появления и число проростков			Дата посадки на экспозицию	Число экземпляров
			единичное	умеренное	обильное		
1	1	27.02.17	15.03.17	-	-	22.05.17	14
2	1	26.02.19	-	04.03.19	-	15.05.19	11
3	2	26.02.19	05.03.19	-	-	15.05.19	12
1	1*	09.03.21	19.03.21	-	-	26.05.21	4
4	1	14.03.22	-	21.03.22	-	02.06.22	4

\*1 – Норвегия, Берген, бот. сад ун-та, семена растений, собранные *in situ*; 1\* – местная репродукция 2020 года; 2 – Норвегия, Тронхейм, бот. сад и музей, семена растений, собранные *in situ*

Сплошной ковер из *Sedum acre* на экспозиции был сформирован образцом, живые растения которого собраны в 1941 г. в Истринском районе Московской обл. на второй террасе р. Истры и до 1946 г. культивировали в питомнике на Воробьевых горах. Длительность выращивания образца составила 11 лет. Средний срок начала цветения отмечен 10 июня ( $\pm 3$  дня), самая ранняя дата – 6 июня, поздняя – 17 июня. Цветет около месяца. Семена созревают в августе. Цветение и плодоношение обильное, ежегодное. Массовый самосев. На известковой горке выращивали образец, чьи живые растения привезены в 1956 г. с Жигулевских гор Самарской обл. Цветение наступало чуть позже, по сравнению с предыдущим образцом, 16 июня ( $\pm 2$  дня).

Живые растения *Sedum album* привезены в 1986 г. из Эстонии с о. Сааремаа и посажены на меловую горку. Наблюдали интенсивное вегетативное размножение. Данные по фенологии в карточке не отмечены.

Живые растения *Sedum alpestre* привезены в 1955, 1968 гг. из Закарпатской обл. Украины, с гор Поп-Иван и Близнеца и посажены на горку. На следующий год после посадки растения зацвели. Средний срок начала цветения наступает 28 мая ( $\pm 3$  дня), самая ранняя дата – 13 мая, поздняя – 12 июня. Продолжительность цветения до 20 дней. Семена созревают в начале июля. Размножение вегетативное.

*Sedum carpaticum* выращен из семян, собранных в 1953 г. в Татрах, высшей части Карпат, сотрудниками ботанического сада Варшавского университета и в 1961 г. в Закарпатской обл. Украины, на берегу Черной Тиссы. При посеве весной всходы появляются через 40 дней. Цветение наступает на следующий год. Средний срок начала цветения наступает 15 июля ( $\pm 2$  дня) 1 образец / 12 июля ( $\pm 3$  дня) 2 образец, самая ранняя дата – 7 июля / 25 июня, поздняя – 5 августа / 22 июля. Цветение продолжительное. Семена созревают в сентябре. Размножение семенное.

Семена *Sedum hybridum* получены в 1960 г. из БИНа и посеяны под зиму на грядки того же года. Всходы появились в июле следующего года. В сентябре сеянцы посажены на известковую горку. Первое цветение наступило на второй год от появления всходов. Средний срок начала цветения наступает 19 июня ( $\pm 2$  дня), самая ранняя дата – 8 июня, поздняя – 28 июня. Продолжительность цветения более 20 дней. Семена созревают в августе. Размножение семенное.

Выращенные из семян 35 особей *Sedum maximum* посажены на горку в середине августа 1962 г. Семена собраны в Карпатах сотрудниками ботанического сада в Брно. Растения зацвели на следующий год. Начало цветения – 30 июля ( $\pm 2$  дня), раннее цветение – 20 июля, позднее – 10 августа. Конец цветения в середине сентября. Массовое созревание семян в начале октября. Размножение семенное.

*Sedum purpureum* на экспозиции представлен двумя образцами. Живые растения первого образца собраны в 1941 г. в пойме р. Ока в Серпуховском районе Московской обл. и посажены в питомник отдела флоры на Воробьевых горах. В 1946 г. особи пересажены на экспозицию. Первое цветение после пересадки наблюдали в 1948 г. Средний срок начала цветения наступает 8 августа ( $\pm 1$  день), самая ранняя дата – 3 августа, поздняя – 14 августа. Цветение длится около месяца. Семена созревают в конце сентября – начале октября. Живые растения второго образца собраны в 1996 г. на заброшенной пашне в Тарусском районе Калужской обл. Размножение семенное и вегетативное. Образует самосев.

Живые растения *Sedum stepposum* привезены в 1985 г. из Волгоградской обл. С 1946 по 1985 гг. проведены интродукционные испытания четырех об-

разцов *Sedum telephium*. Живые растения первого образца собраны в 1944 г. близ платформы Раздоры Московской обл., на поляне в сосновом лесу на песчаной почве. До 1946 г. образец выращивали в питомнике на Воробьевых горах, далее на делянке, на участке суккулентов. Весной 1960 г. особи пересажены на известковую горку. Средний срок начала цветения наступает 10 августа ( $\pm 2$  дня), самая ранняя дата – 2 августа, поздняя – 22 августа. Цветение продолжается около месяца. Созревание семян в октябре. Живые растения других образцов привезены в 1974 г. со степных склонов Волгоградской обл. и в 1985 г. из соснового леса Подмосковья. Образует самосев.

Живые растения *Sempervivum montanum* собраны в 1955 г. в Закарпатской обл. Украины на горе Поп-Иван на камнях на высоте 1900 м н.у.м. Цветет в июне, семена созревают в июле. Размножается дочерними розетками.

Пересаженная куртина *Sempervivum ruthenicum* в 1951 г. из Воронежской обл. с остепненного плато прижилась. Первое цветение отмечено в 1954 г. Средний срок начала цветения наступает 13 июля ( $\pm 2$  дня), самая ранняя дата – 30 июня, поздняя – 23 июля. Цветет в среднем 22 дня. Семена созревают в сентябре. Размножение вегетативное.

С 1946 по 1980 г. проведены интродукционные испытания двух образцов *Sempervivum soboliferum*, розетки которого собраны в 1940 и 1956 гг. в Серпуховском районе Московской обл., на песках в пойме р. Оки. Первый образец был выбракован после 11 лет выращивания на участке суккулентов. Цветение его особей наблюдали всего 3 раза с 1948 по 1950 г. Цветение особей второго образца наступило на шестой год (1961г.) после посадки на известковую горку. Средний срок начала цветения наступает 12 июля ( $\pm 1$  день), самая ранняя дата – 8 июля, поздняя – 14 июля. Цветет нерегулярно, более 20 дней. Семена созревают в конце августа. Размножается дочерними розетками.

Таким образом, по срокам цветения *Sedum alpestre* относится к группе поздневесенних растений, *Rhodiola rosea*, *Sedum acre*, *S. hybridum*, *Sempervivum montanum* – раннелетних, *Sedum carpaticum*, *S. maximum*, *Sempervivum ruthenicum*, *S. soboliferum* – среднелетних, *Sedum purpureum*, *S. telephium* – позднелетних. По продолжительности цветения *Sedum alpestre* и *Rhodiola rosea* относятся к группе среднелетнецветущих растений, остальные виды – долгоцветущих. Большинство интродуцируемых расте-

ний семейства Crassulaceae оказались высокоустойчивыми и устойчивыми в условиях Москвы.

*Sedum stoloniferum* S.G.Gmel. [*Phedimus stolonifer* (S.G.Gmel.) 't Hart] – кавказский вид, который агрессивно занимает территорию в ГБС РАН.

Работа выполнена в рамках государственного задания № 075-00745-22-01 по теме «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения» (№122042700002-6).

#### Список литературы

1. Бялт В.В. Сем. Crassulaceae // Флора Восточной Европы. Т. 10. СПб.: Мир и семья; Издательство СПХФА, 2001. С. 250-285.
2. Евтюхова М.А. Флора и растительность территории Главного ботанического сада Академии Наук СССР // Тр. Гл. бот. сада. 1949. Т. 1. С. 63-86.
3. Интродукция растений природной флоры СССР. М.: Наука, 1979. 431 с.
4. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2008. 855 с.
5. Плантариум. – URL: <https://www.plantarium.ru/page/redbook/id/307.html> (дата обращения: 16.05.2023).
6. Растения природной флоры Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук: 65 лет интродукции. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2013. 657 с.
7. Растения природной флоры СССР. Краткие итоги интродукции в Главном ботаническом саду Академии наук СССР. М.: АН СССР, 1961. 360 с.
8. Plants of the World Online. – URL: <https://powo.science.kew.org/www.theplantlist.org> (дата обращения: 16.05.2023).
9. Трулевич Н.В. Эколого-фитоценологические основы интродукции растений. – М.: Наука, 1991. 216 с.

**ПРЕДСТАВИТЕЛИ РОДА *SEDUM* L. ЭКСПОЗИЦИИ КАВКАЗА ГЛАВНОГО  
БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМ. Н.В. ЦИЦИНА РАН**

Виктория Владимировна СОКОЛОВА

*Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, г. Москва*

*e-mail: soka22@mail.ru*

REPRESENTATIVES OF GENUS *SEDUM* L. IN THE CAUCASUS COLLECTION  
OF THE N.V. TSITSIN MAIN BOTANICAL GARDEN RAS

Victoria V. SOKOLOVA

*N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences, Moscow*

**Аннотация.** На экспозиции Кавказа было испытано 12 видов рода *Sedum* L. Все изученные виды, кроме *Sedum stoloniferum* S.G.Gmel., в естественном ареале приурочены к каменистым, песчаным и сухим местообитаниям, поэтому в условиях ботанического сада не выдерживают конкуренции с мезофильными аборигенными растениями и не склонны к агрессивному расселению. Только представитель лесов Кавказа *Sedum stoloniferum* натурализовался под пологом деревьев на экспозиции и за ее пределами. Таким образом, все изученные виды, кроме *Sedum stoloniferum*, перспективны для озеленения как неприхотливые, устойчивые, высокодекоративные почвопокровные растения.

**Ключевые слова:** род очиток, интродукция, натурализация, флора Кавказа, Главный ботанический сад, Москва.

**Abstract.** 12 species of the genus *Sedum* were tested at the Caucasus exposition. All the studied species, except *Sedum stoloniferum*, are confined to rocky, sandy and dry habitats in their natural range, therefore, in the conditions of the botanical garden they do not withstand competition with mesophilic native species and are not prone to aggressive settlement. Only a representative of the forests of the Caucasus *Sedum stoloniferum* naturalized under the canopy of trees at the exposition and beyond. Thus, all the studied species except *Sedum stoloniferum* are promising for landscaping as unpretentious, stable, highly decorative groundcover plants.

**Keywords:** *Sedum*, introduction, naturalization, Caucasian flora, Main botanical garden, Moscow.

Представители рода *Sedum* L. семейства Crassulaceae хорошо приспособлены к жизни в сложных природных условиях, отличаются повышенной устойчивостью к засухе и высоким температурам, зимостойки, легко размножаются вегетативным способом, не требуют особого ухода и быстро разрастаются (Евстратова, 2021; Фомина, 2014; Можяева, 2014; Чернакова, 2004; Бабак, 2004). Кроме того, они обладают ценными хозяйственными свойствами, являясь лекарственными, медоносными и декоративными растениями

(Орлова, 2010; Прокопьев, 2007). Растения рода *Sedum* наиболее популярны для кровельного озеленения (Федорова, 2013; Egwin, 2019).

Многие виды очитков благодаря высоким адаптационным возможностям проявляют тенденцию к одичанию (Виноградова, 2020; Майоров, 2020). Главным лимитирующим фактором для их широкой натурализации в Восточной Европе является отсутствие подходящих местообитаний, прежде всего, скал и каменистых склонов. Поэтому они недостаточно конкурентоспособны в условиях сомкнутых растительных сообществ (Бялт, 2011).

С момента создания экспозиций отдела флоры в 1946 г. в коллекции Кавказа было испытано 12 видов (33 образца) рода *Sedum* (Табл. 1).

**Таблица 1.** Виды рода *Sedum*, изученные в коллекции Кавказа

Вид	Устойчивость в культуре	Продолжительность культивирования (лет)	Возобновление			
			Естественное		Искусственное	
			Семенное	Вегетативное	Семенное	Вегетативное
<i>Sedum acre</i> L.	У	27	+	+		
<i>S. album</i> L.	У	18	+	+		
<i>S. annuum</i> L.	У	18	+			
<i>S. gracile</i> C.A.Mey	У	16		+		
<i>S. hispanicum</i> L.	У	4			+	+
<i>S. obtusifolium</i> C.A.Mey.	У	9			+	
<i>S. oppositifolium</i> Sims	У	25		+		
<i>S. pallidum</i> M. Bieb.	У	16	+			
<i>S. spurium</i> Bieb.	У	26		+		
<i>S. stoloniferum</i> S.G.Gmel.	У	74	+	+		
<i>S. subulatum</i> (C.A.Mey.) Boiss.	У	9		+		
<i>S. tenellum</i> Bieb.	У	14		+		

Обозначение: У – устойчив

Максимальное накопление образцов в коллекции отмечали в 1971 г. – 21 образец. В 1974 г. экспозиция была перенесена на другое место, при этом

не удалось сохранить 15 образцов. В 90-е годы уход за растениями сократился, регулярных экспедиций не проводилось, поэтому до настоящего времени сохранилось только 2 вида – *Sedum oppositifolium* и *S. stoloniferum*.



Рис 1. Популяция натурализовавшегося *Sedum stoloniferum* под древесным пологом экспозиции Кавказа

*Sedum oppositifolium* был собран в 2019 г. на сухом откосе озера Севан (Армения). На экспозиции Кавказа быстро разрастается как на свету, так и в условиях затенения, цветет ежегодно обильно.

*Sedum stoloniferum* был собран в 1949 г. в Тебердинском заповеднике (Карачаево-Черкесия). Натурализовался на территории экспозиции Кавказа и за ее пределами, хорошо выдерживает затенение под пологом леса (рисунок), статус инвазионной активности 2 (Виноградова, 2020).

Все изученные виды, кроме *Sedum stoloniferum*, в естественном ареале приурочены к каменистым, песчаным и сухим местообитаниям, поэтому в условиях ботанического сада не выдерживают конкуренции с мезофильными аборигенными видами и не склонны к агрессивному расселению. Только представитель лесов Кавказа *Sedum stoloniferum* активно расселяется во вторичном ареале под пологом деревьев. Таким образом, все изученные виды, кроме *Sedum stoloniferum*, перспективны для озеленения как неприхотливые, устойчивые, высокодекоративные почвопокровные растения.

Работа выполнена в рамках госзадания ГБС РАН «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения» (№122042700002-6).

#### Список литературы

1. Бабак Т.В. Фармакологические и декоративные свойства растений из рода *Sedum* S.L. // Вестник ИБ. – 2004 – № 9 (83). – С. 24-28.
2. Бялт В.В. Адвентивные виды в семействе Crassulaceae // Российский Журнал Биологических Инвазий. – 2011. – № 2. – С. 28-34.
3. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Яценко И.О. Спонтанная флора территории Главного ботанического сада как отражение динамики внедрения чужеродных видов растений в естественные экосистемы. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2020. – 385 с.
4. Евстратова Н.А. Популяционно-экологические исследования вида *Sedum acre* в Самарской области // Мат-лы. XVIII Междунар. науч. конф. «Молодежь в науке». – Минск, 2021. – С. 176-178.
5. Erwin J., Hensley J. Plants with Horticultural and Ecological Attributes for Green Roofs in a Cool, Dry Climate // Hortscience. – 2019. – Vol. 54, №10. – P. 1703–1711.
6. Иванова Н.С., Борисова С.З. Интродукция представителей семейства Crassulaceae в Якутии и перспективы их использования в озеленении. Бюлл. ГБС. – 2017. – №3. – С. 125-128.
7. Майоров С.Р., Алексеев Ю.Е., Бочкин В.Д., Насимович Ю.А., Щербakov А.В. Чужеродная флора Московского региона: состав, происхождение и пути формирования. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2020. – 576 с.
8. Можаяева Г.Ф. Интродукция растений семейства Crassulaceae в Пензенском ботаническом саду имени И.И. Спрыгина. Мат-лы. V междунар. науч.-практ. конф. «Молодые ученые в решении актуальных проблем науки». – Владикавказ, 2014. – С. 369-372.
9. Орлова О.Н. Особенности семенного размножения некоторых представителей подсемейства Sedoideae Berger (Crassulaceae DC.) в условиях Белгородской области // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 6. – С. 58-62.
10. Прокопьев А.С. Интродукционная оценка видов *Sedum* и *Hylotelephium* в условиях юга Томской области // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2007. – №6. – С. 268-269.
11. Федорова Т.А., Столярова А.Г., Кордюков П.С., Осинцева М.С. Технологические принципы подбора растений и инженерные особенности озеленения кровель европейской части России // Вестник российского университета дружбы народов. Серия: агрономия и животноводство. – 2013. – №5. – С. 105-112.
12. Фомина Т.И., Романькова А.С. Влияние агротехнических приемов на продуктивность почвопокровных растений // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 7 (117). – С. 41-47.
13. Чернакова О.Н. Некоторые виды рода *Sedum* L., перспективные в ландшафтном озеленении // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2004. – №8. – С. 139-140.

## В ПОИСКАХ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО КРАЯ: ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ФАЦИАЛЬНОСТИ ЛИСТА У СУККУЛЕНТОВ ИЗ РОДА *CURIO* P.V.Heath (ASTERACEAE)

Алексей Павлович ФЕДОТОВ<sup>1,2</sup>, Александр Константинович ТИМОНИН<sup>1</sup>

<sup>1</sup> МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва

<sup>2</sup> РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва

e-mail: alex-f96@yandex.ru

## IN SEARCH OF A MORPHOLOGICAL EDGE: A GEOMETRIC APPROACH TO DETERMINING LEAF FACIALITY IN SUCCULENTS OF THE GENUS *CURIO* P.V.Heath (ASTERACEAE)

Alexey P. FEDOTOV<sup>1,2</sup>, Alexander C. TIMONIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow

<sup>2</sup> Russian State Agrarian University, Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow

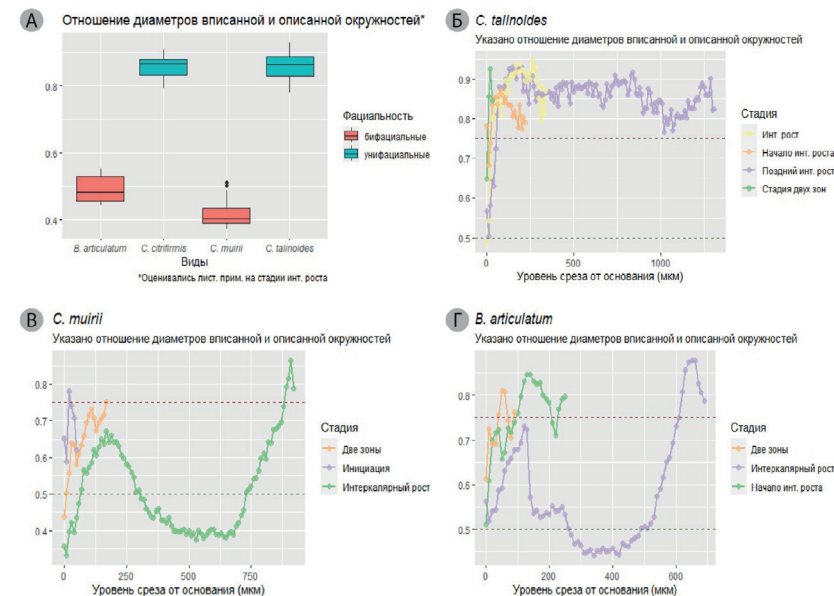
**Аннотация.** Отдельные части листа могут быть бифациальными или унифациальными. Однако фациальность зачастую трудно установить на конкретном поперечном срезе в силу отсутствия надёжных критериев для определения бифациальной или унифациальной структуры. Нами предложен метод, основанный на автоматизированном измерении отношения диаметров вписанной и описанной окружностей очертаний каждого отдельного среза из серии поперечных срезов. Эффективность метода подтверждена на сериях срезов развивающихся листьев суккулентов из рода *Curio* P.V.Heath (Asteraceae), среди которых встречаются виды как с бифациальными, так и с унифациальными листьями. Показано, что на основании изменения фациальности может быть произведено разграничение частей листа уже на ранних этапах морфогенеза.

**Ключевые слова:** *Curio*, развитие листьев, унифациальность, бифациальность, зоны листа.

**Abstract.** Different parts of a leaf can differ in being bifacial or unifacial, respectively. However, faciality is often hard detectable in a cross-section due to the lack of reliable criteria for determining the bifacial or unifacial structure in a particular section. We have proposed a method to detect leaf faciality which is based on automated calculation of inscribed circle diameter of leaf section to circumscribed one ratio each serial transverse sections. The method is confirmed on developing leaves of succulents from the genus *Curio* P.V.Heath (Asteraceae), among which there are species with bifacial and unifacial leaves. It has been shown that changes in faciality through serial sections enable the leaf parts to be discriminated already at the early stages of leaf morphogenesis.

**Keywords:** *Curio*, leaf development, bifacial leaves, unifacial leaves, leaf zones.

Хотя большинство листьев покрытосеменных растений уплощены в трансверсальной плоскости, как среди однодольных (Rudall, Buzgo, 2002), так и среди двудольных (Melo-de-Pinna et al., 2016), возникали листья, име-



**Рис 1.** А – Указано распределение отношения диаметров вписанной и описанной окружностей. Б–Г – Указаны значения отношения диаметров вписанной и описанной окружностей на серийных срезах в зависимости от уровня среза, считая от основания листа, для *C. talinoides* с унифациальными листьями (Б); *C. muirii* (В), *C. articulatum* (Г) с бифациальными листьями.

ющие радиально-симметричное строение. В типичных уплощенных листьях выделяют абаксиальную (нижнюю) и адаксиальную (верхнюю) стороны, разделённые краями листа. Такие листья называют бифациальными. В радиально-симметричных листьях адаксиальная сторона редуцирована, а морфологический край отсутствует. Такие листья называют унифациальными.

Род *Curio* P.V.Heath (Asteraceae: Senecioneae), представленный южноафриканскими суккулентами, и круг его ближайших родственников образуют уникальную группу двудольных растений, в которой присутствуют виды как с унифациальными, так и бифациальными листьями (Тимонин, Озерова, 1993), что делает их привлекательными объектами для исследования эволюции морфогенеза унифациальных листьев (Fedotov et al., 2023). Однако исследование морфогенеза оказывается сопряжено с рядом трудностей, связанных со сложностями определения фациальности отдельных областей развивающихся листьев на сериях поперечных срезов.

Целью исследования стала разработка эффективных методов определения фациальности структуры листа в целом и его отдельных частей на любых стадиях его генезиса в сериях поперечных срезов.

Для настоящего исследования были выбраны: *C. muirii* (L. Bolus) van Jaarsv., единственный представитель рода с бифациальными листьями; *C. citriformis* (G.D. Rowley) P.V. Heath и *C. talinoides* P.V. Heath с унифациальными листьями. Кроме того, был изучен *Baculellum articulatum* (L.f) L.V. Ozerova & A.C. Timonin с бифациальными листьями, поскольку его тип листа полагали исходным для этого рода (Fedotov et al., 2016). Растительный материал был получен из коллекции ГБС им. Н.В. Цицина РАН.

Растения были размножены черенкованием и выращены в световой комнате при стандартных условиях (+23°C, 16 ч./8 ч. день/ночь). Пробоподготовка материала и анатомическое исследование проводили в соответствии с методиками описанными в Fedotov et al. (2023). При окрашивании препаратов использовали автоматический аппарат для окрашивания предметных стекол Varistain Gemini ES (Thermo Fisher Scientific). Изображения срезов получали, используя слайд-сканер BX61VS (Olympus). Первичную обработку полученных изображений проводили в программе Adobe Photoshop, а все дальнейшие операции выполняли в пакете для обработки изображений Fiji (Schindelin et al., 2012) при помощи написанных авторами скриптов. Для визуализации полученных результатов использовали RStudio 4.2.3. Морфологическое исследование с использованием сканирующей электронной микроскопии выполняли в соответствии с протоколом, представленном в Fedotov et al. (2023). Эта часть работы была проведена в общефакультетской лаборатории электронной микроскопии биологического факультета МГУ.

Поскольку очертания срезов из унифациальных областей листьев приближаются по форме к окружности, а очертания срезов из бифациальных областей наоборот далеки от округлой формы, для анализа серий срезов было решено использовать меру «округлости» формы поперечных срезов. В качестве такой меры выбрали отношение диаметров вписанной и описанной окружностей (параметр R).

У радиально симметричных структур величина R должна стремиться к 1, тогда как у уплощённых структур она должна быть значительно меньше.

Для проверки гипотезы использовали тестовые выборки поперечных срезов, взятых из унифациальных и бифациальных листовых пластинок молодых листьев на стадии интеркалярного роста. Для каждого среза были получены его очертания в Adobe Photoshop, затем измерены диаметры вписанной и описанной окружностей в Fiji (Рис. 1А). Исходя из полученных результатов, заключили, что область унифациальности находится в диапазоне  $R \geq 0,75$ , тогда как область бифациальности  $R \leq 0,5$ . Промежуточные значения были отнесены к переходным зонам, возникающим между структурами с различной фациальностью.

У исследованных видов в дефинитивном листе выделяют листовое основание, черешок, листовую пластинку и Vorläuferspitze (Fedotov, 2016; 2023), причем их фациальность может различаться. Листовое основание всегда остаётся бифациальным у листьев всех морфологических типов. Фациальность черешка часто совпадает с фациальностью листовой пластинки в унифациальных листьях. Однако для бифациальных листьев *B. articulatum* характерен радиально-симметричный черешок. Таким образом, считаем возможным использовать различия в фациальности частей листа для определения границ между ними на ранних этапах морфогенеза листьев.

У видов с унифациальными листьями черешок и листовая пластинка, дифференцирующиеся на стадии интеркалярного роста, попадают в область унифациальности (Рис. 1, Б), тогда как листовое основание образует длинную переходную зону к черешку, что соотносится с данными СЭМ.

Графики, построенные для видов с бифациальными листьями, имеют два пика (Рис. 1, В–Г). Первый пик соответствует границе между листовым основанием и черешком, тогда как второй, находящийся в области унифациальности, соответствует верхушке листа. Унифациальная область в конце листа *B. articulatum* составляет 12% от высоты молодого листа, тогда как у *C. muirii* эта область занимает всего 7%.

В предыдущей работе был сделан вывод о наличии у *C. muirii* Vorläuferspitze на основании данных СЭМ (Fedotov et al., 2023). Основываясь на новых данных, можно заключить, что у *C. muirii* Vorläuferspitze имеет бифациальное строение на большем своем протяжении. Кроме того, из наших данных следует, что у всех исследованных видов, вне зависимости от

морфологического типа листа, дистальная часть листа имеет унифицированное строение.

Графики значений R в зависимости от уровня среза для молодых примордиев на стадии двух зон у большинства исследованных видов имеют выраженный пик (Рис. 1, Б–Г). При анализе данных анатомического и морфологического исследования было установлено, что область пика соответствует границе между нижней и верхней зонами листа.

Таким образом, использование отношения вписанной и описанной окружностей может быть эффективным методом для автоматизированной оценки наличия морфологического края на поперечных срезах и определения фаціальности и ее изменения в морфогенезе листа. Изменение фаціальности можно также использовать для разграничения частей листа начиная со стадии двух зон.

#### Список литературы

1. Тимонин А.К., Озерова Л.В. Строение, происхождение и эволюция вальковатых листьев в секции Rowleyani C. Jeffrey рода *Senecio* L. (Asteraceae) // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. - 1993. - №13. - С. 393-401.
2. Fedotov A.P., Ozerova L.V., Timonin A.C. Development of the leaf forerunner tip (Vorläuferspitze) in *Curio* affinities (Asteraceae: Senecioneae), a structure unique to dicots // *Botanica Pacifica*. - 2023. - Vol. 12, №1 - P. 39-46.
3. Fedotov A.P., Ozerova L.V., Timonin A.C. Leaf development in *Curio articulatus* (L. f.) P. V. Heath (Asteraceae – Senecioneae) // *Wulfenia*. - 2016. - Vol. 23 - P. 135-146.
4. Melo-de-Pinna G.F.A., Hernandez-Lopes J., Ogura A.S., Santos L.K., Silva D.C., Haevermans T. Growth patterns and different arrangements of vascular tissues in succulent leaves // *Int. J. Plant Sci.* - 2016. - Vol. 177, №8. - P. 643–660.
5. Rudall P.J., Buzgo M. Evolutionary history of the monocot leaf // In: *Developmental genetics and plant evolution* (Ed. Quentin C.B. Cronk, Richard M. Bateman, Julie A. Hawkins), 2002 - P. 431-458.
6. Schindelin J., Arganda-Carreras I., Frise E., Kaynig V., Longair M., Pietzsch T., Preibisch S., Rueden C., Saalfeld S., Schmid B., Tinevez J.-Y., White D.J., Hartenstein V., Eliceiri K., Tomancak P., Cardona A. Fiji: an open-source platform for biological-image analysis // *Nat Methods*. - 2012. - Vol. 9, №7. - P. 676 – 682.

УДК 621.039.332:677.163.1

#### ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОЛАТА АЛОЭ ВЕРА (*ALOE VERA* L.), КАК ПРИРОДНОГО ТОНИКА

Елена Сергеевна ЧИЧКАНОВА<sup>1</sup>, Татьяна Павловна САТАЕВА<sup>2</sup>,  
Оксана Михайловна ШЕВЧУК<sup>1</sup>, Надежда Николаевна БАКОВА<sup>1</sup>, Анфиса Евгеньевна ПАЛИЙ<sup>1</sup>,  
Ирина Анатольевна ФЕДОТОВА<sup>1</sup>, Екатерина Анатольевна МЕЛКОЗЁРОВА<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный Научный Центр РАН», г. Ялта

<sup>2</sup> Институт «Медицинская академия им. С.И. Георгиевского», Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь

e-mail\*: lena.chichkanovarevenko@mail.ru  
tanzcool@mail.ru

#### THE PROSPECT OF USING *ALOE VERA* L. HYDROLATE AS A NATURAL TONIC

Elena S. CHICHKANOVA<sup>1</sup>, Tatyana P. SATAEVA<sup>2</sup>, Oksana M. SHEVCHUK<sup>1</sup>,  
Nadezhda N. BAKOVA<sup>1</sup>, Anfisa E. PALIY<sup>1</sup>, Irina A. FEDOTOVA<sup>1</sup>, Ekaterina A. MELKOZEROVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nikita Botanic Gardens – National scientific Center of RAS, Yalta

<sup>2</sup> Institute «S.I. Georgievsky Medical Academy», V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol

**Аннотация.** Выявлен компонентный состав гидролата алоэ вера (*Aloe vera* L.), который представлен летучими соединениями: Eucalyptol (0,14 мг/дм<sup>3</sup>), Isomenthone (0,08 мг/дм<sup>3</sup>), α-Bisabolone oxide A (0,36 мг/дм<sup>3</sup>), α-Bisabolol (0,45 мг/дм<sup>3</sup>) и α-Bisabolol oxide (0,09 мг/дм<sup>3</sup>). Определено суммарное содержание фенольных соединений в гидролате (10 мг/дм<sup>3</sup>, его антиоксидантная активность (0,20±0,06 мг/дм<sup>3</sup>) и антимикробное воздействие на штаммы патогенных микроорганизмов (*Staphylococcus aureus* (штамм – ATCC 25923), *Escherichia coli* (штамм – ATCC 25922)). Присутствие в гидролате алоэ вера эвкалиптола, бисаболола и изоментона обуславливает его противовоспалительные, бактерицидные, антисептические, спазмолитические, дезодорирующие, тонизирующие, успокаивающие, заживляющие, увлажняющие и питательные свойства. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования гидролата алоэ вера в производстве косметологических препаратов с антибактериальным и антисептическим действием.

**Ключевые слова:** *Aloe vera* L.; гидролат; антимикробная и антиоксидантная активность

**Abstract.** The component composition of aloe vera hydrolate (*Aloe vera* L.) was revealed, which is represented by volatile compounds: Eucalyptol (0.14 mg/dm<sup>3</sup>), Isomenthone (0.08 mg/dm<sup>3</sup>), α-Bisabolone oxide A (0.36 mg/dm<sup>3</sup>), α-Bisabolol (0.45 mg/dm<sup>3</sup>) and α-Bisabolol oxide (0.09 mg/dm<sup>3</sup>). The total content of phenolic compounds in the hydrolate (10 mg/dm<sup>3</sup>), its antioxidant activity (0.20±0.06 mg/dm<sup>3</sup>) and antimicrobial effect on strains of pathogenic microorganisms (*Staphylococcus aureus* (strain – ATCC 25923), *Escherichia coli* (strain – ATCC 25922)). The presence of eucalyptol, bisabolol and isomentone in aloe vera hydrolate causes its anti-inflammatory, bactericidal, antiseptic, antispasmodic, deodorizing, tonic, soothing, healing, moisturizing and nourishing properties, with antibacterial and antiseptic action.

**Keywords:** *Aloe vera* L.; hydrolate; antimicrobial and antioxidant activity; biochemical analysis

Род *Aloe* L. принадлежит к семейству асфodelовых (Asphodelaceae Juss.) (Дворянинова, Шестак, 1985). Виды этого рода используются во всем мире как лекарственные растения и применяются в косметологической, парфюмерной и медицинской промышленности (Чиков, 1989; Перевозченко, 1990; Горбань и др., 2004; Зайцев и др., 2022). Природный ареал растений рода алоэ охватывает Аравийский полуостров, Африку, Судан, Канарские острова, о. Мадагаскар.

Лекарственным сырьем алоэ вера являются листья, в которых и заложен основной запас микро- и макроэлементов (калий, кальций, магний, цинк, медь), сложные эфиры и следы эфирного масла, органические кислоты, сахара, витамины, полисахариды, фенольные соединения, ферменты и т.д. Следует отметить, что в последнее время в косметологических линиях всё чаще вводят парфюмированные продукты в виде гидролатов и природных тоников. Нами впервые получен и исследован продукт переработки алоэ вера, в виде гидролата. Природные тоники рекомендуют распылять на кожу и волосы в течение всего дня, ополаскивать волосы, делать ванночки, компрессы, маски, шампуни и др. косметические продукты, а также использовать в качестве ароматерапевтических средств. Стремительно возникающая бактериальная резистентность к антибиотикам становится все более серьезной проблемой для современной медицины. Используемые в настоящее время антибиотики не всегда способны остановить многие бактериальные инфекции из-за появления и распространения мультирезистентных штаммов. Кроме того, антибиотикорезистентные штаммы всё чаще формируют микробные ассоциации, состоящие в основном из стафилококков, патогенных грибов и отдельных представителей семейства Enterobacteriaceae (кишечная палочка, протей и др.). По этой причине продолжается поиск новых противомикробных агентов либо путем разработки и синтеза новых агентов, либо путем поиска природных источников еще не открытых противомикробных агентов. В частности, возродился интерес к растительным препаратам. В связи с выше сказанным, целью данной работы является – определение антиоксидантной, антимикробной активности; изучение химического состава гидролата алоэ вера для подтверждения его фармакологического потенциала и перспективы применения в парфюмерии, косметике и медицине.

Образцы листьев алоэ вера были собраны в весенний период (1-я декада марта), во время вегетации до наступления фазы «цветения» и использованы для приготовления гидролата. Растения выращивали в условиях закрытого грунта в оранжерее Никитского ботанического сада. Гидролат получали методом паровой дистилляции с помощью установки «Альфа-Эфир» (<http://ecolgroup.ru/Alfa-Ether.html>). Компонентный состав летучих веществ экстрактов определяли с помощью аппаратно-программного комплекса на базе хроматографа «Хроматэк-Кристалл 5000.2», оснащённого масс-спектрометрическим детектором (Национальный Институт Стандартов и Технологий, США). Программа поиска и идентификации спектров MS Search (США). Антиоксидантную активность гидролата определяли амперометрическим методом на приборе ЦветЯуза-01-АА (Яшин, 2008). В качестве контроля использовали раствор галловой кислоты. Определение суммарного содержания фенольных веществ проводили по методу Фолина-Чиокальтео (Гержикова, 2002) на спектрофотометре Evolution 220 UV/VIS фирмы Thermo Scientific.

Проводили изучение воздействия гидролата алоэ вера на колонии следующей грибной и бактериальной микрофлоры (Методы контроля..., 2008): *Staphylococcus aureus* (референтный штамм – ATCC 25923), *Escherichia coli* ATCC (референтный штамм – 25922), *Candida albicans* (референтный штамм – ССМ 885) из коллекции живых культур кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии Института «Медицинская академия им. С.И. Георгиевского».

При составлении эксперимента руководствовались следующим принципом: гидролат разбавляли в ростовой питательной среде (агар-агар) с добавлением штаммов в соотношении – 1:1, 1:2, 1:4, где 1 – гидролат, а 1, 2, 4 – питательная среда. Контролем служили образцы с культурами без добавления гидролата алоэ (К), которые инкубировали в стерильной дистиллированной воде.

Нами были проведены исследования антиоксидантной, антимикробной активности гидролата алоэ вера, изучен биохимический состав летучих соединений гидролата. Определена суммарная антиоксидантная активность, которая составила  $0,20 \pm 0,06$  мг/дм<sup>3</sup>. Суммарное содержание фенольных соединений в гидролате составило 10 мг/дм<sup>3</sup>. Проведен биохимический анализ состава гидролата алоэ вера. Идентифицированы: eucalyptol, isomenthone,  $\alpha$ -bisabolone oxide A,  $\alpha$ -bisabolol,  $\alpha$ -bisabolol oxide (табл. 1). Исходя из дан-



ных таблицы 1, видно, что основными летучими компонентами гидролата алоэ вера являются:  $\alpha$ -bisabolone oxide (0,36 мг/дм<sup>3</sup>),  $\alpha$ -bisabolol (0,45 мг/дм<sup>3</sup>) и eucalyptol (0,14 мг/дм<sup>3</sup>). Летучие соединения – эвкалиптола, бисаболола, изоментона, обладают такими общими свойствами, как: оказывают противовоспалительное, бактерицидное, антисептическое, спазмолитическое, дезодорирующее, тонизирующее, успокаивающее, заживляющее, барьерное, увлажняющее и питательное действия.

Для борьбы с полирезистентными штаммами микроорганизмов, а также с целью предотвращения их распространения во всем мире идет активный поиск средств органического происхождения с высокой биологической активностью (Плиски, 2020).

Табл. 1. Компонентный состав летучих соединений, и их концентрация в гидролате Aloe vera L.

Компоненты	Время выхода, мин	Концентрация компонента в гидролате, мг/дм <sup>3</sup>
Eucalyptol	6.65	0,14
Isomenthone	9.98	0,08
Dodecane*	11.41	-
$\alpha$ -Bisaboloneoxide A	25.79	0,36
$\alpha$ -Bisabolol	25.87	0,45
$\alpha$ -Bisabolol oxide	27.59	0,09

\*Компонент использован в качестве внутреннего стандарта, в гидролате алоэ вера отсутствует

Установлено, что при разведении питательного субстрата с гидролатом алоэ вера в соотношении 1:1, рост колоний микрофлоры, представленной *S. aureus*, составил всего – 53,3%, т. е. 46,7% колоний данного штамма подверглись угнетению. При разведении гидролата (1) и питательной среды (4) в соотношении 1:4, рост колонии составил 59,8 %, т.е. 40,2% колонии стафилококка подверглись угнетению (табл. 2). При разведении гидролата с питательной средой 1:1, рост колоний *E. coli* составил 52,6% (показатель угнетения роста колоний составил 47,4%). При соотношении разведения гидролата с питательной средой 1 (гидролат): 4 (питательная среда), рост колоний эшерихий составил всего 67,4 %, при этом 32,6% колонии референтного штамма

подверглось угнетению. Установлено, что разведение гидролата алоэ вера более, чем 1:1 приводило к резкому снижению антимикробной активности в отношении *E. coli*. Как показали наши исследования, на рост *C. albicans* гидролат не оказывал угнетающего действия, поскольку согласно данным оптической плотности, рост колоний грибов при разведении 1:1 не отличался от контрольных показателей и составил 100 %, что указывает на отсутствие выраженного антифунгального эффекта у данного гидролата.

Табл. 2. Результаты воздействия гидролата алоэ вера на бактериальную и грибную патогенную микрофлору

Варианты	Контроль		Серийное разведение гидролата (1,1,1) с питательной средой (1,2,4)					
			1:1		1:2		1:4	
<i>S. aureus</i>	$\Delta$ ОП	%	$\Delta$ ОП	%	$\Delta$ ОП	%	$\Delta$ ОП	%
	0,465	100	0,248	53,3	0,278	59,8	0,278	59,8
<i>E. coli</i>	$\Delta$ ОП	%	$\Delta$ ОП	%	$\Delta$ ОП	%	$\Delta$ ОП	%
	0,359	100	0,189	52,6	0,229	63,8	0,242	67,4
<i>C. albicans</i>	$\Delta$ ОП	%	$\Delta$ ОП	%	$\Delta$ ОП	%	$\Delta$ ОП	%
	-	100	-	-	-	-	-	-

Примечание: в соотношении 1, 1, 1 – это гидролат; а 1, 2, 4 – питательная среда;  $\Delta$ ОП – разница оптической плотности (у.е.) – это разница между началом роста колоний и его конечной точкой; % – процент выросших колоний определённого штамма в контроле и при разведении инокулята гидролатом

Таким образом, выявлен компонентный состав летучих соединений гидролата алоэ вера, который представлен следующими соединениями –  $\alpha$ -bisabolone oxide (0,36 мг/дм<sup>3</sup>),  $\alpha$ -bisabolol (0,45 мг/дм<sup>3</sup>) и eucalyptol (0,14 мг/дм<sup>3</sup>). Определена его антиоксидантная активность, которая составила – 0,20±0,06 мг/дм<sup>3</sup>; суммарное содержание фенольных соединений – 10 мг/дм<sup>3</sup>.

Установлено, что при разведении гидролата с питательной средой не более, чем в соотношении 1:1 антимикробная активность в отношении *E. coli*, *S. aureus* резко снижается. На основании комплексного анализа компонентного состава гидролата алоэ вера, его антимикробной, антиоксидантной активности можно рекомендовать данный гидролат, как биологически актив-

ный компонент, обладающий антибактериальным действием для созданий новых видов парфюмерно-косметической продукции.

#### Список литературы

1. Горбань А.Т., Горлачева С.С., Кривуненко В.П. Лекарственные растения: вековой опыт изучения и возделывания. // – Полтава: «Вёрстка», 2004. – 232 с.
2. Гержилова В.Г. Методы теххимического контроля в виноделии. // – Симферополь: Таврида, 2002. – 259 с.
3. Дворянинова К.Ф., Шестак В.И. Тропические и субтропические растения в оранжереях ботанического сада АН МССР. Краткие итоги интродукции. – Кишинев: «Штиинца», 1985. – С. 131-134.
4. Зайцев Е.Р., Овсянников А.Г. Применение алоэ вера в современной медицине. // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 82-2. – С. 139-143.
5. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Методы контроля бактериологических питательных сред: Методические указания МУК 4.2.2316–08. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. – 2008. – 67 с.
6. Перевозченко И.И. Лекарственные растения в современной медицине. // – К.: О-во «Знание» УССР, 1990. – 480 с.
7. Плиска Н.Н. Основной возбудитель остеомиелита – золотистый стафилококк и его чувствительность. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2020. – № 7. – С. 45-49
8. Чиков П.С. Лекарственные растения. // – М.: Агропромиздат, 1989. – 431 с.
9. Яшин А.А. Инъекционно-проточная система с амперометрическим детектором для селективного определения антиоксидантов в пищевых продуктах и напитках. // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2008. – Т. LII. – № 2. – С. 130-135.
10. <http://ecolgroup.ru/Alfa-Ether.html>

УДК 57.082.26:633.526.2(477.75)

#### КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *AGAVE* L. В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА

Елена Сергеевна ЧИЧКАНОВА, Александр Павлович МАКСИМОВ

ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный Научный Центр РАН», г. Ялта

e-mail: [lena.chichkanovarevenko@mail.ru](mailto:lena.chichkanovarevenko@mail.ru)

#### CULTIVATION OF REPRESENTATIVES OF THE GENUS *AGAVE* L. IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH COAST OF CRIMEA

Elena S. CHICHKANOVA, Alexander P. MAKSIMOV

Nikita Botanic Gardens – National scientific Center of RAS, Yalta

**Аннотация.** В работе освещены общие сведения о культивировании растений рода *Agave* L. и уточнены некоторые особенности относительно укрытия на зиму в открытом грунте для 15 видов и 2 разновидностей агав, представленных в коллекции Никитского ботанического сада. Даны – комплекс агротехнических мероприятий растений рода *Agave* L., особенности их семенного и вегетативного размножения, а также отображены некоторые проблемы при выращивании данной культуры в условиях открытого и закрытого грунтов.

**Ключевые слова:** *Agave* L., культивирование, агротехнические приемы, Южный берег Крыма, Никитский ботанический сад

**Abstract.** The paper highlights general information about the cultivation of plants of the genus *Agave* L. and clarifies some features regarding shelter for the winter in the open ground of 15 species and 2 varieties of agaves presented in the collection of the Nikitsky Botanical Garden. Given are a set of agrotechnical measures for plants of the genus *Agave* L., the features of their seed and vegetative propagation, and some problems are displayed when growing this crop in open and closed ground conditions.

**Key words:** *Agave* L., cultivation, agrotechnical practices, Southern Coast of Crimea, Nikitsky Botanical Garden

**Введение.** Озеленение Южного берега Крыма (далее – ЮБК) в настоящее время невозможно представить без внедрения новых, высокодекоративных, экзотических растений. Одной из главных задач для озеленения ЮБК является внедрение новых, перспективных видов растений, в частности агавы, и разработка рекомендаций по их культивированию и использованию в зелёном строительстве (Максимов, Чичканова, 2021). В настоящее время на ЮБК культивируется *Agave americana* L. и некоторые другие, не высокогорные виды. Природный ареал большинства видов рода *Agave* охватывает южные штаты США, районы Мексики, Центральной Америки, Северной части Южной Америки и острова Карибского моря (Саков, 1983). Актуальность этих

исследований заключается в том, что виды агавы в своём большинстве могут быть сразу высажены на постоянное место и круглый год украшать ландшафт курорта. Следует отметить, что агавы имеют разнообразное практическое значение для юга России и обладают повышенной зимостойкостью, однако их экология в условиях культуры изучена недостаточно (Лагуна, 1938; Рухадзе, 1954), что и послужило основанием для дальнейшего испытания агавы и написание кратких рекомендаций по культивированию представителей рода *Agave* L. на ЮБК (Максимов, Чичканова, 2021).

**Объекты исследования.** Объектами исследования являются 17 таксонов рода *Agave* L. представленные в коллекции Никитского ботанического сада, в их числе: 15 видов и 2 разновидности (*A. americana* L., *A. americana* var. *striata* Zucc., *A. americana* var. *marginata* hort., *A. attenuata* Salm-Dyck., *A. filamentosa* Salm-Dyck., *A. flexispina* Trel., *A. funkiana* K. Koch & C.D. Bouche., *A. geminiflora* Ker Gawl., *A. gentry* B. Ullrich., *A. leopoldii* hort. ex G. Nickolson., *A. montana* Villarreal., *A. kerchovei* Lem., *A. parrasana* A. Berger., *A. parryi* Engelman., *A. polyacantha* Haw., *A. toumeyana* Trel., *A. victoriae-reginae* T. Moore) (The Plant List, 2013). Общее распространение агавы в природных условиях, в их первичном ареале представлено согласно H.S. Gentry (1982), Etter Julia and Kristen Martin (2002), <http://www.rarepalmseeds.com>.

**Результаты.** В декоративном садоводстве ЮБК наибольшее распространение получила агава американская (*Agave americana* L.) и особенно её садовые формы. Агава культивируется в полутёплых и холодных оранжереях. Во время прорастания первый примордиальный лист выносится на поверхность почвы вместе с кожурой семени на вершине. В это же время развивается придаточный корень (до 5 см длиной), а главный корень отсыхает. На 3–5-й день появляется первый настоящий лист и развивается второй придаточный корень. Первый лист достигает 4 см длины и 0,5 см ширины.

**Семенное размножение.** Рекомендуется для выращивания растений следующий состав земляной смеси: дерновая почва – 1 часть, листовая перегнившая лесная подстилка – 1 часть, речной песок – 1 часть. Через 15–20 дней после появления первого листа развивается второй лист, спустя 20 дней – третий лист, который за две недели достигает 8 см длины и 1,5 см ширины. К этому времени появляется третий придаточный корень. Через 2–3 недели

разворачивается четвёртый лист и уже формируется розетка; укороченный подземный стебель достигает 1–1,5 см диаметра. Вскоре после четвёртого листа появляется пятый, а примордиальный лист отпадает.

На лето молодые сформировавшиеся растения выносят в парник. Уход за растениями в основном состоит в поливе. Зимой их содержат в полутёплых оранжереях при температуре +13–15 °С. На следующий год, весной, растения переваливают в 8–9 сантиметровые горшки, а в дальнейшем их пересаживают в горшки один раз в 2–3 года. Виды агавы цветут один раз за все время роста, а затем гибнут, оставляя себе на смену молодую поросль от основания взрослого растения.

В интродукционных условиях добиться цветения очень сложно, в природе оно наступает на 10–30-й год жизни. Растение формирует в общей розетке высокий цветонос. Соцветие высотой от 10 до 12 м в высоту, ветвящаяся или неветвящаяся метёлка, или кисть. Во время цветения все представители рода *Agave* расходуют все запасы питательных веществ на рост цветоноса, образование цветков и плодов, поэтому погибают (Саков, 1983).

Полученные в течение 5 лет семена исследуемых представителей рода *Agave* выращивали в условиях теплицы. Для повышения всхожести семян использовали стимуляторы роста (корневин и гетероауксин). Прорастали семена в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге с добавлением слабого раствора марганцовки во избежание появления грибных заболеваний.

Сеянцы пикировали в пластиковые ёмкости объёмом – 0,5 л. Рекомендуемый состав почвенной смеси: 1 ч. плодородной почвы, собранной в лиственном лесу, 1 ч. торфа и 3 ч. речного песка. Полив проводили по мере высыхания почвенной смеси.

По мере роста проводили сначала пикировку растений в более крупные горшки, а затем уже и перевалку в ещё более крупные контейнеры.

Высевали семена некоторых представителей (*A. americana*, *A. kerchovei*, *A. parrasana* и т.д.) рода *Agave* в теплице на глубину 0,5–1 см в грунт. Почву увлажняют водой, плошки накрывают стеклом или плёнкой. Семена прорастают очень быстро. При температуре от +20 до 25°C семена прорастают в течении 5–7 дней. После появления всходов сеянцы высаживают в горшки диаметром 6 см, а через год в горшки от 8 до 9 см в диаметре.

Размножение листовыми черенками. Для получения черенка агавы срезают лист. Посадочный материал (часть листа) подсушивают в течение часа на солнце и высаживают в увлажнённый песок. Накрывать черенки не следует. Дальнейшая скорость роста корней зависит от соблюдения агротехнических мероприятий.

Размножение столонами (детками, отпрысками). Некоторые виды агавы образуют много столонов (деток, или отпрысков). Производится размножение следующим образом: при пересадке столон-отпрыск аккуратно отделяют от материнского растения с помощью секатора и высаживают в увлажнённый песок. Наличие корней у столонов увеличивает процент их приживаемости и скорость дальнейшего роста растения.

В культуре на ЮБК виды рода *Agave* размножают отпрысками, столонами, образующимися от основания ствола путём отделения их и отрезками корневищ от укороченного ствола, как указывалось выше; на каждом отделённом кусочке должно быть по одному узлу. Отрезанные куски раскладывают на стеллаж для подвяливания на 2–3 часа, а затем присыпают порошком древесного угля и высаживают в разводочный ящик в песок на укоренение при температуре +20°C.

Состав земляной смеси, в которую высаживают столоны, следующий: дерновая почва – 1 часть, почва из листовой перегнившей подстилки – 1 часть, песок – 1 часть. После посадки растений приступают к их поливу с интервалом через 2–3 дня. На лето молодые растения целесообразно выносить в парник. В первый год вегетации молодые укоренившиеся агавы способны образовывать по 4–6, на второй – 7–9, на третий – по 10–12 листьев.

Укрытие агавы на зиму в условиях ЮБК. В холодное время года агаву лучше занести в проветриваемое помещение, как только температура достигнет +10°C. Если нет возможности выращивать агаву в открытом грунте, на летний период её обязательно нужно выносить на свежий воздух. По крайней мере проветривание помещения с растением должно быть регулярным.

В условиях ЮБК, начиная с третьей декады ноября, в условиях открытого грунта представители рода *Agave* – *A. americana*, *A. americana* var. *striata*, *A. americana* var. *marginata*, *A. attenuata*, *A. filamentosa*, *A. funkiana*, *A. geminiflora*, *A. leopoldii*, *A. kerchovi*, *A. toumeyana*, *A. parrasana*,

*A. polyacantha*, *A. victoriae-reginae* укрывают на зиму, или перемещают в теплицу (Максимов, Чичканова, 2021).

Виды *A. flexispina*, *A. gentry*, *A. montana*, *A. parryi* не нуждаются в укрытии на ЮБК (Максимов, Чичканова, 2021).

Укрытие агавы выглядит в виде каркаса прямоугольной, квадратной, или треугольной формы. Если растения достигают до 0,5 м в высоту, необходимо соорудить каркас треугольной формы, если агава превышает более 1 м, удобнее формировать прямоугольный, или квадратный каркас, чтобы розетка листьев располагалась достаточно свободно в пространстве под каркасом.

Сверху деревянный каркас покрывают прозрачным полиэтиленом, от основания которого до поверхности почвы должен быть просвет от 5 до 30 см (в зависимости от габитуса агавы, чем больше растение, тем соответственно, больше должен быть просвет).

Данные условия необходимы для обильного воздухообмена растения. Нельзя допустить, чтобы на протяжении зимнего периода внутри каркаса и на внутренней поверхности полиэтилена формировался обильный конденсат, что может привести к запреванию и последующей гибели агавы.

Проблемы при выращивании агавы. Нарушение агротехники приводит к проблемам: 1) растение вытягивается, листья мельчают. Так бывает при недостаточном освещении. Растение перемещают ближе к свету или создают дополнительное освещение лампами дневного света. Увядание листьев или их резкое сбрасывание – недостаток влаги или неправильная температура содержания, особенно в зимнее время; 2) пожелтение листьев может быть связано с недостатком микроэлементов, а также со слабым освещением, малым поливом или слишком жаркой погодой, особенно в ночное время суток. Полное пожелтение надземной части растения свидетельствует о комплексе проблем (болезни, пересушивание или перелив, чрезмерно плотный и неподходящий для растения грунт); 3) загнивание стеблей и корней. Причина скрывается в чрезмерном поливе при низких температурах воздуха или заражении грибом. Растение переставляют в теплое место, ограничивают поливы, в качестве профилактики обрабатывают фунгицидами (Иванова и др., 2018); 4) мучнистые червецы, щитовки. Для борьбы с ними проводится обработка противоклещевыми препаратами. По данным В.П. Исикова (2019)

на видах *Agave L.* были выявлены следующие виды болезней: *Botrytis cinerea* Pers (серая гниль), *Coniothyrium concentricum* (Desm) Sacc – кольчатая пятнистость встречается на нижних ослабленных листьях *Agave palmeri* Endelm., *Lewia scriphulariae* (Desm.) M.E.; обнаружен сапрофитный гриб близкий к альтернании, *Pleospora vulgaris* Nessler., а также сапрофитный гриб, встречающийся на омертвевших тканях *Agave*.

#### Список литературы

1. Лагуна А. К познанию агав долины Актопан // Опыт зарубежных субтропиков. – 1938. – № 6. – С. 79.
2. Максимов А.П., Чичканова Е.С. Методические рекомендации по культивированию представителей рода *Agave L.* в условиях Южного берега Крыма / под общей редакцией чл. -корр. РАН, доктора сельскохозяйственных наук Ю.В. Плугатаря. // – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2021. – 40 с. – цв. ил.
3. Иванова О.В., Балыкина Е.Б., Чичканова Е.С., Шармагий А.К. Болезни представителей семейства *Cactaceae* Juss в оранжерее Никитского ботанического сада // Сборник научных трудов ФГБУНЦ и СК «Субтропическое и декоративное садоводство». – 2018. – Том 67. – С. 209–216.
4. Исиков В.П. Систематический каталог грибов на древесных растениях Крыма. // – Симферополь: ИТ «Ариал», 2019. – 468 с.
5. Рухадзе П.Е. Культура агавы в Абхазии // Природа. – 1954. – № 6. – С. 103–104.
6. Саков С.Г. *Agave L.*, *Yucca L.* В кн.: Оранжерейные и комнатные растения. // Л.: Наука, 1983. – С. 86–90, 96–99.
7. The Plant List. 2013. Version 1.1. Published on the Internet. [электронный ресурс]. – Режим доступа к статье URL: <http://www.theplantlist.org>
8. Gentry S.H. *Agaves of Continental North America*. // – Univ. Arizona Press, Tucson: AZ, 1982. – 669 p.
9. Etter J., Kristen M. *Agave L.* // In: *Cact. Succ. J.* – Band 74. – Nr. 5. – 2002. – P. 38-53.
10. [Rarepalmseeds.com](http://www.rarepalmseeds.com).

УДК 581.132

### САМ-МЕТАБОЛИЗМ КАК БИОХИМИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ К АРИДНЫМ УСЛОВИЯМ

Владимир Викторович ЧУБ

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва

e-mail: [choob\\_v@mail.ru](mailto:choob_v@mail.ru)

CAM-METABOLISM AS A BIOCHEMICAL ADAPTATION TO ARID CONDITIONS

Vladimir V. CHOUB

Lomonosov Moscow State University (MSU), Moscow

**Аннотация.** Дан обзор адаптивных особенностей фотосинтеза у суккулентных растений, растущих при экстремальных экологических условиях (засуха, температура, засоление). Освещена история открытия и химизм САМ-фотосинтеза. Показаны модификации функции фотосинтеза в зависимости от доступности влаги и других условий. Рассмотрен эволюционный аспект появления САМ-фотосинтеза у различных групп растений.

**Ключевые слова:** САМ-фотосинтез, суккуленты, экологическая адаптация.

**Abstract.** The adaptive traits of photosynthesis in succulent plants, growing under extreme ecological conditions (drought, heat, salinity) were reviewed. There were elucidated the history of invention and the principal chemical reactions of CAM-photosynthesis. There were demonstrated some modifications of photosynthetic functions in respect to water supply and some other factors. The evolutionary trends of CAM-photosynthesis emerging in different plant lineages were discussed.

**Keywords:** CAM-photosynthesis, succulents, ecological adaptation.

Экстремальные экологические условия оказывают определяющее влияние на стратегию поглощения углекислого газа растениями. В экстрааридном климате по образному выражению «растение балансирует на грани смерти от жажды и смерти от голода». Необходимость экономить воду приводит к недостаточному газообмену, снижению поступления углекислого газа в дневные часы, что может приводить к существенным потерям органического углерода [12].

Существует два фермента, участвующих в фиксации углекислоты, которые различаются по многим биохимическим характеристикам. Рибулозобисфосфаткарбоксилаза/оксигеназа (РубисКО) – один из очень медленных ферментов, который нуждается в относительно высоких концентрациях углекислого газа. Оптимальная температура близка к +20°C, что говорит

о слабой адаптированности растений, использующих исключительно этот фермент, к засушливым условиям обитания. В ходе фиксации двуокись углерода присоединяется к рибулозобисфосфату, после чего образуются две молекулы фосфоглицериновой кислоты, которая содержит 3 атома углерода. Соответственно, меченая углекислота ( $^{14}\text{CO}_2$ ) в течение первых секунд попадает в  $\text{C}_3$ -соединение, что дало начало названию « $\text{C}_3$ -фотосинтез». Полный биохимический цикл превращения углекислого газа в сахара был открыт М. Кальвином и А. Бенсоном в 1957 г. [1, 2, 12].

Другой фермент – ФЕП-карбоксилаза – может фиксировать углекислоту при более низких концентрациях, работает быстро и имеет температурный оптимум в районе  $+28$ – $+32^\circ\text{C}$ . В жарких засушливых условиях со сниженным поступлением  $\text{CO}_2$  (из-за закрытых устьиц) использование ФЕП-карбоксилазы даёт растениям возможность осуществлять фотосинтез. В первые секунды меченая углекислота ( $^{14}\text{CO}_2$ ) оказывается в молекуле щавелевоуксусной кислоты (вещество с 4 атомами углерода), которая в дальнейшем может превращаться в яблочную [1, 2, 12].

ФЕП-карбоксилаза используется в двух различных типах фотосинтеза.  $\text{C}_4$ -фотосинтез характеризуется анатомической специализацией клеток: в дневное время клетки мезофилла фиксируют углекислоту с образованием яблочной кислоты (или другой  $\text{C}_4$ -кислоты). Яблочная кислота перемещается в клетки обкладки сосудистого пучка, где яблочная кислота распадается на углекислый газ и пировиноградную кислоту ( $\text{C}_3$ -кислота). Углекислый газ поступает в реакции цикла Кальвина-Бенсона. Такой тип фотосинтеза предполагает, что днём устьица остаются хотя бы немного открытыми, что позволяет выживать в условиях умеренной засухи.  $\text{C}_4$ -фотосинтез открыт Ю.С. Карпиловым, а впоследствии переоткрыт австралийцами М.Д. Хэтчем и Ч.Р. Слэком [12].

При **САМ-фотосинтезе** ФЕП-карбоксилаза работает в ночные часы (когда устьица открыты) и происходит накопление яблочной кислоты в вакуолярном соке. В дневное время устьица закрываются, яблочная кислота распадается с выделением углекислого газа и происходит образование сахаров. Таким образом, яблочную кислоту можно рассматривать как временный запас углекислого газа [1, 2, 8, 12]. САМ-фотосинтез характерен для мно-

гих суккулентных растений. Впервые суккуленты показали необычные физиологические характеристики в опытах Н.Т. де Соссюра (1804 г.): *Opuntia* в течение ночи поглощала как кислород, так и углекислый газ (горох в тех же условиях выделял углекислый газ и поглощал кислород). Днём опунция могла выделять кислород даже при полном отсутствии углекислоты в газовой смеси! [4].

Косвенное описание накопления яблочной кислоты дал Б. Хейн (1813 г.). Он дегустировал в течение суток листья *Kalanchoë pinnata* (сем. Crassulaceae) и отмечал, что утром они «кислые, как щавель», в середине дня – пресные, а к вечеру даже приобретают горьковатость [12].

В 1947–1949 гг. М. Томас более детально изучил накопление яблочной кислоты суккулентами из сем. Crassulaceae: *Bryophyllum*, *Sedum*, *Crassula*. Он предложил биохимическую схему, что исходно происходит гликолиз (с распадом крахмала), получаются продукты, необходимые для образования сначала щавелевоуксусной кислоты, а затем – яблочной. Именно М. Томасу принадлежит термин **Crassulacean Acid Metabolism (CAM)**, который используется для обозначения особого типа фотосинтеза [4].

В течение суток при САМ-фотосинтезе выделяют четыре фазы. Фаза I начинается с заходом солнца и продолжается всю ночь. При этом устьица открыты, распадается накопленный за день крахмал, работает ФЕП-карбоксилаза и накапливается яблочная кислота. Во время утренней фазы II устьица продолжают оставаться открытыми. К фиксации углекислого газа подключается РубисКО и скорость его фиксации существенно растёт. В фазе III устьица закрываются и начинается распад яблочной кислоты (этот процесс осуществляет малик-энзим). Происходит накопление крахмала. В этой фазе ФЕП-карбоксилаза не работает. Вечером устьица открываются и наступает фаза IV. РубисКО постепенно снижает скорость работы, но включается ФЕП-карбоксилаза. Скорость фиксации углекислого газа также повышается [1, 2, 10].

Доступность воды может сильно видоизменять классический САМ-фотосинтез с четырьмя фазами. Так, при хорошем увлажнении растения переходят к непрерывному циклу САМ (CAM-cycling): устьица остаются открытыми в середине дня, из-за этого фаза III пропадает, а фазы II и IV сливаются, образуя сплошной дневной подъём фиксации углекислого газа. Можно ска-

зять, что при хорошем поливе ночью растение занимается САМ-метаболизмом, а в течение дня – С<sub>3</sub>-фотосинтезом [10, 11].

Сильная засуха переводит САМ-фотосинтез на «холостой ход» (САМ-idling). Устьица открываются ненадолго только в ночные часы, иногда – нет возможности открывать устьица даже ночью! При этом фиксация атмосферного углекислого газа падает до нуля. Внутри растения происходит дыхание с образованием углекислого газа, который фиксируется и запасается в виде яблочной кислоты. Днем САМ-растение фотосинтезирует как бы за счет собственного дыхания [10, 11].

Выделяют облигатные и факультативные САМ-растения. Одно из модельных факультативных САМ-растений – *Mesembryanthemum crystallinum* (сем. Aizoaceae). В начале развития это – типичное С<sub>3</sub>-растение. Переходу к САМ-фотосинтезу способствуют возраст (переход в состояние цветения), засуха и коррелирующее с ней увеличение солености почвенного раствора. К дополнительным факторам можно отнести большой контраст между дневными и ночными температурами [1, 2, 10].

Для рода *Portulaca* (сем. Portulacaceae) характерно переключение между С<sub>4</sub>- и САМ-метаболизмом. Оно происходит под воздействием примерно тех же факторов, что и у мезембриантемума. Обнаружены также растения, способные переключаться в течение сезона между всеми тремя типами фотосинтеза.

В некоторых случаях к САМ-фотосинтезу переходит не все растение, а только его какая-то часть. Так, у резервуарных бромелиевых в той части листа, которая контактирует с раствором, происходит С<sub>3</sub>-фотосинтез, а верхушка листа может при этом переключаться на САМ-метаболизм [8].

Таким образом, САМ-метаболизм позволяет растениям адаптироваться к разнообразным стрессовым условиям: засухе (пустынные растения), низкой влагоемкости субстрата (эпифитные и наскальные растения), высокой солености (галофиты) [2, 8, 9, 12].

Эволюционные исследования показывают, что распространение фиксации углекислоты с помощью ФЕП-карбоксилазы происходило в основном в миоцене, когда концентрация углекислого газа в атмосфере существенно понизилась, климат стал холоднее, поверхность суши возросла, и расшири-

лись области с аридным климатом. С<sub>4</sub>- и САМ-фотосинтез при этом возникли параллельно и независимо в разных ветвях эволюции, используя биохимические преадаптации, которые уже существовали у С<sub>3</sub>-растений.

САМ-растения обладают определенным анатомическим синдромом: у них появляется суккулентность, сопровождающаяся увеличением толщины листа, увеличением размеров самих клеток, уменьшением межклетников, плотности устьиц и плотности жилкования. Примечательно, что анатомический синдром САМ-растений в эволюции появляется раньше, чем, собственно, САМ-метаболизм. Так, в подсем. Agavoideae показано, что САМ-синдромом могут обладать С<sub>3</sub>-растения, не способные к САМ-фотосинтезу [3].

Наиболее древним таксоном, у которого был выявлен САМ-метаболизм, оказался полушник *Isoetes howellii* (из Плауновидных). Это водное растение обитает в неглубоких кислых вулканических лужах. В течение дня происходит прогревание водоема, и растворимость углекислого газа существенно снижается. С вечерней прохладой доступность углекислоты для *Isoetes howellii* возрастает, и начинается запасание яблочной кислоты для последующего использования в дневное время. Как предполагают исследователи, САМ-метаболизм мог играть важную роль при выходе водных растений на сушу [5, 6, 7].

#### Список литературы

1. Dodd A.N., Borland A.M., Haslam R.P., Griffiths H. and Maxwell K. Crassulacean acid metabolism: plastic, fantastic. *J. of Exp. Bot.*, 2002. V.53; P. 569–580.
2. Heyduk K. Evolution of Crassulacean acid metabolism in response to the environment: past, present, and future. *Plant Physiology* 2022, V. 190; P. 19–30.
3. Heyduk K., McKain M.R., Falak Lalani, Leebens-Mack J. Evolution of a CAM anatomy predates the origins of Crassulacean acid metabolism in the Agavoideae (Asparagaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2016. V. 105; P. 102–113. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2016.08.018>
4. Horton P. Meirion Thomas, 28 December 1894 - 5 April 1977. *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society*. 2014. V. 60; P. 413–432. doi:10.1098/rsbm.2014.0007
5. Keeley J.E. *Isoetes howellii*: a submerged aquatic CAM plant? *Am. J. Bot.* 1981. V. 68; P. 420–424.
6. Keeley J.E. Aquatic CAM photosynthesis: A brief history of its discovery. *Aquatic Botany*, 2014. V. 118; P. 38–44. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2014.05.010>
7. Keeley J.E. CAM Photosynthesis in Submerged Aquatic plants. *The Botanical Review*, 1998. V. 64(2); P. 121-175.

8. Matiz A., Miotto P.T., Mayorga A.Y., Freschi L. and Mercier H. CAM Photosynthesis in Bromeliads and Agaves: What Can We Learn from These Plants? <http://dx.doi.org/10.5772/56219>
9. Schiller K. and Bräutigam A. Engineering of Crassulacean Acid Metabolism. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2021. V. 72; P. 77–103. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-071720-104814>
10. Shuo Qiu, Ke Xia, Yanni Yang, Qiaofen Wu and Zhiguo Zhao. Mechanisms Underlying the C3–CAM Photosynthetic Shift in Facultative CAM Plants. *Horticulturae* 2023, 9, 398. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9030398>
11. Smith J.A.C. and Winter K. CAM photosynthesis: the acid test. *New Phytologist*, 2022. V. 233; P. 599–609.
12. Эдвардз Дж., Уокер Д. Фотосинтез C3- и C4- растений: механизмы и регуляция. Москва, «Мир», 1986. 598 с.

УДК 577.29

**ПОДБОР МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАРКЕРОВ iPBS ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ  
РОДА *TURBINICARPUS* (BACKBG.) ВУХВ. & BACKBG.**

Татьяна Геннадьевна ШЛАПАКОВА

*Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь*

*e-mail: 654321zxcv@mail.com*

SELECTION OF MOLECULAR MARKERS iPBS FOR THE STUDY  
OF GENETIC DIVERSITY OF REPRESENTATIVES  
OF THE GENUS *TURBINICARPUS* (BACKBG.) ВУХВ. & BACKBG.

Tatyana G. SHLAPAKOVA

*Central Botanical Garden of NAS of Belarus, Minsk, Belarus*

**Аннотация.** Выполнен подбор молекулярных iPBS маркеров для построения филогенетической диаграммы, основанной на генетическом расстоянии для уточнения происхождения и родства видов рода *Turbinicarpus*.

**Ключевые слова:** *Turbinicarpus*, iPBS маркеры, генетическое расстояние, кактусы.

**Abstract.** The selection of molecular iPBS markers was performed to build a phylogenetic tree based on genetic distance to clarify the origin and relationship of species of the genus *Turbinicarpus*.

**Keywords:** *Turbinicarpus*, iPBS markers, genetic distance, cacti.

**Введение.** В мире большое внимание уделяется изучению и охране биологического разнообразия – основе существования и устойчивого экономического развития общества. Представители семейства Cactaceae Juss. являются объектами исследования уже столетия, однако некоторые вопросы изучения их биологии и в настоящее время далеки от завершения. В местах естественного произрастания численность представителей этого семейства сокращается: около 25% видов занесен в список СИТЕС. Основные работы по сохранению редких и исчезающих видов кактусов ведутся в ботанических садах.

В качестве объектов исследования выбран род *Turbinicarpus* (Backbg.) Вухв.&Backbg. *Turbinicarpus* – это род мексиканских кактусов, который включает более 30 видов и подвидов, однако их количество варьируется среди авторов [1–3]. Род *Turbinicarpus* распространяется на северо-востоке регион Мексики (в Сонорской и Нагорно-Мексиканской провинциях Голарктического царства



(северо-восточные регионы: штаты Сан-Луис-Потоси, Гуанахуато, Нуэво-Леон, Керетаро, Идальго, Коауила, Тамаулипас и Сакатекас) [4]. Из-за незаконной добычи, изменения режима использования почвы и чрезмерного выпаса скота, все виды рода, за исключением *T. horripilus* (Lem. ex Förster) V. John & Riha, перечислены в NOM-059- СЕМАРНТ-2010 [5]. Кроме того, все виды этого рода включены в Приложение I СИТЕС [3] и Красный список Международного союза Охрана природы [6]. Немаловажным аспектом изучения биологии вида является работа над его систематикой. Посторонние филогенетических схем помогает разобраться с происхождением и родством видов.

**Растительный материал.** Для исследования использовали следующие виды рода *Turbiniacarpus* (Backbg.) Buxb. & Backbg коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси: *T. schmiedickeanus* subsp. *klinkerianus* (Backeb. & W. Jacobsen) Glass & R.A. Foster, *T. schmiedickeanus* subsp. *klinkerianus* "lilinkeuiduus", *T. lophophoroides* (Werderm.) Buxb. & Backeb., *T. lophophoroides* f. *roseiflorus*, *T. pseudomacroechele* subsp. *lausseri* (Diers & G. Frank) Glass, *T. schmiedickeanus* subsp. *andersonii* Mosco, *T. schmiedickeanus* subsp. *flaviflorus* (G. Frank & A.B. Lau) Glass & R.A. Foster, *T. graminispinus* Matusz., *T. hoferi* Lüthy & A.B. Lau, *T. jauernigii* G. Frank, *T. pseudopectinatus* (Backeb.) Glass & R.A. Foster, *T. pseudopectinatus* var. *albiflorus*, *T. pseudopectinatus* var. *rubriflorus*, *T. valdezianus* (Møller) Glass & R.A. Foster, *T. valdezianus* var. *albiflorus*, *T. zaragozae* (Glass & R.A. Foster) Glass & Hofer, *T. schmiedickeanus* subsp. *bonatzii* (G. Frank) Panar., *T. schwarzii* (Shurly) Backeb., *T. schwarzii* var. *rubriflorus* Gerhart Frank, *T. spacellatus*, *T. × mombergeri* Riha, *T. gielsdorffianus* (Werderm.) John & Riha, *T. schmiedickeanus* subsp. *gracilis* (Glass & R.A. Foster) Glass., *T. saueri* subsp. *knuthianus* (Boed.) Lüthy, *T. saueri* ssp. *nelissae*, *T. pseudomacroechele* subsp. *minimus* (G. Frank) Lüthy & A. Hofer, *T. pseudomacroechele* subsp. *lausseri* (Diers & G. Frank) Glass, *T. schmiedickeanus* subsp. *macroechele* (Werderm.) N.P. Taylor, *T. macrochele* var. *kupackii*, *T. macrochele* var. *frailensis*, *T. polaskii* Backeb., *T. pseudomacroechele* (Backeb.) Buxb. & Backeb., *T. pseudomacroechele* var. *alenaе*, *T. schmiedickeanus* subsp. *dickisoniae* (Glass & R.A. Foster) N.P. Taylor, *T. swobodaе* Diers & Esteves, *T. saueri* subsp. *ysabelae* (Schlange) Lüthy., *T. saueri* (Boed.) John & Riha, *T. saueri* ssp. *gonzalezii*, *T. beguinii* var. *senilis* f. *nobile*, *T. mandragora* (Frič ex A. Berger) A.D. Zimmerman, *T. alonsoi* Glass & S. Arias, *T. laui* Glass & R.A. Foster, *T. roseiflorus* Backeb.

**Цель работы.** Выполнить подбор молекулярных iPBS маркеров для следующего построения филодендрограммы рода *Turbiniacarpus*.

**Материалы и методы.** Для выделения ДНК использовали годовалые сеянцы. Семена кактусов высевали в субстрат, в качестве которого использовали следующую смесь: 18 частей промытого кварцевого песка, 9 частей биогумуса, 1,5 части угольной крошки. Субстрат для посева простерилизован при температуре +180°C в течение 120 минут. Предварительно замоченные семена раскладывали на поверхности субстрата и помещали в световой шкаф. Температуру поддерживали на уровне +25–30°C. Влажностный режим создавали ежедневными опрыскиваниями. ДНК выделяли с помощью набора реагентов «ДНК-Экстрэн-3» для растений. Качество и количество выделенной ДНК проверяли с помощью NanoPhotometer Pearl Implen GmbH (Мюнхен, Германия). В исследовании использовали 30 iPBS праймеров (таблица 1) [7]. ПЦР проводили в 25 мкл реакционной смеси, содержащей 25–50 нг ДНК, 5 мкл готовой смеси для ПЦР ScreenMix (Евроген), 1 мМ праймера для 12–13 п.н. праймеров или 0,6 мМ для 18 п.н. праймеров, и воды.

Программа ПЦР состояла из: 1 цикла при 95°C в течение 5 мин.; 38 – при +95°C в течение 15 с., 50 при – +65.2°C (в зависимости от праймера) в течение 60 с. и +68°C в течение 90 с.; финальная элонгация +72°C в течение 8 мин. Амплификацию проводили в программируемом терморегуляторе C1000 Touch Thermal Cycler (MJ Research Inc., Bio-Rad Laboratories, США). Электрофорез выполняли 2,5 часа при напряжении 75 V в 2% агарозном геле. Окрашивание геля проводили бромидом этидия в течении 30 мин. и визуализировали с использованием системы UV Imager Gel Doc XR + (Bio-Rad, США). Данные ПЦР использовали для поиска подходящих праймеров.

Для изучения генетического разнообразия и генетической дифференциации *Turbiniacarpus* отобраны 17 маркеров из 30 используемых (2389, 2373, 2277, 2375, 2377, 2378, 2374, 2095, 2237, 2272, 2077, 2232, 2390, 2394, 2415, 2078, 2081) (Табл. 1).

**Закключение.** Полученные данные позволят построить филодендрограмму основанную на генетическом расстоянии, что поможет разобраться с происхождением и родством видов. Также данные исследования в дальнейшем будут использованы для уточнения систематического положения представителей семейства Сactaceae в коллекции ЦБС НАН Беларуси.

**Табл. 1.** Праймеры, используемые в исследовании: I – название праймера, II – оптимальная температура отжига Ta (°C), III – последовательность (5' – 3')

I	II	III	I	II	III
2389	50.0	ACATCCTTCCCA	2390	52.4	GCAACAACCCCA
2373	51.0	GAACCTTGCTCCGATGCCA	2273	52.4	GTCATCATGCCA
2277	52.0	GGCGATGATACCA	2394	56.5	GAGCCTAGGCCA
2376	52.0	TAGATGGCACCA	2220	57.0	ACCTGGCTCATGATGCCA
2375	49.4	TCGCATCAACCA	2242	57.0	GCCCCATGGTGGGCGCCA
2377	48.0	ACGAAGGGACCA	2076	55.4	GCTCCGATGCCA
2378	53.0	GGTCTCATCCA	2271	60.0	GGCTCGGATGCCA
2383	53.6	GCATGGCCTCCA	2415	61.0	CATCGTAGGTGGGCGCCA
2374	53.5	CCCAGCAAACCA	2078	63.6	GCGGAGTCGCCA
2095	53.7	GCTCGGATACCA	2399	63.0	AAACTGGCAACGGCGCCA
2083	54.6	CTTCTAGCGCCA	2080	63.3	CAGACGGCGCCA
2237	55.0	CCCCTACCTGGCGTGCCA	2081	63.6	GCAACGGCGCCA
2239	51.0	ACCTAGGCTCGGATGCCA	2270	65.0	ACCTGGCGTGCCA
2272	55.0	GGCTCAGATGCCA	2079	65.2	AGGTGGGCGCCA
2077	55.1	CTCACGATGCCA	2232	53.4	AGAGAGGCTCGGATACCA

#### Список литературы

- Anderson, E.F. The Cactus Family / E.F. Anderson. – Portland, Or: Timber Press, Incorporated, 2001. – 776 p.
- Donati, D. Knowing Understanding and Growing *Turbinicarpus-Rapicactus*. A trip across the mexican states of Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo Leon, Queretaro... / D. Donati, C. Zanovello; пер. A. Delladdio. – Trento: Cactus Trentino Südtirol, 2005. – 256 p.
- C.I.T.E.S cactaceae checklist / D.R. Hunt [et al.]. – 2016.
- Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли / Тахтаджян А.Л. – Л.: Наука, Ленинградское отделение, 1978. – 248 с.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm>. – Дата доступа: 01.02.2021.
- The IUCN Red List of Threatened Species / J. Duarte [et al.] // The IUCN Red List of Threatened Species. – 2015. – Vol. 1 – P. 1.
- iPBS: a universal method for DNA fingerprinting and retrotransposon isolation / R. Kalendar [et al.] // TAG Theor. Appl. Genet. Theor. Angew. Genet. – 2010. – Vol. 121, № 8. – P. 1419–1430.

УДК 58.006: 582.5/9

### ОРАНЖЕРЕЙНАЯ КОЛЛЕКЦИЯ СУККУЛЕНТОВ УЧЕБНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИМ. А.Г.ГЕНКЕЛЯ

Дмитрий Григорьевич ШУМИГАЙ

Учебный ботанический сад им. А.Г. Генкеля Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь

e-mail: [shumigajdg@yandex.ru](mailto:shumigajdg@yandex.ru)

### GREENHOUSE COLLECTION OF SUCCULENTS OF THE BOTANICAL GARDEN OF PERM STATE UNIVERSITY

Dmitry G. SHUMIGAI

Botanical garden of Perm State University, Perm

**Аннотация.** В статье приводятся сведения о современном состоянии коллекции суккулентов в оранжереях Учебного ботанического сада им А.Г. Генкеля. Коллекционный фонд насчитывает 637 видов из 154 родов 22 семейств.

**Ключевые слова:** ботанические сады, оранжерейные коллекции, суккуленты

**Abstract.** The information about the current state of the greenhouse collection of the succulent plants in the Botanical garden of Perm State University is provided. The collection fund includes 637 species from 154 genera 22 families.

**Keywords:** botanical gardens, greenhouse collections, succulent plants

Оранжереи ботанических садов в современных условиях выполняют в основном две функции: коллекционную, связанную с сохранением генофонда растений, и экспозиционную, способствующую расширению и улучшению просветительской деятельности на базе коллекций. Особое значение оранжерейные коллекции приобретают в умеренных и северных широтах, поскольку появляется возможность показать посетителям богатство флоры тропиков и субтропиков (Арнаутова, 2018).

Учебный ботанический сад им. А.Г. Генкеля Пермского университета создан в 1922 г., имеет несколько отделов с коллекциями растений открытого и закрытого грунта. Коллекционный фонд отдела закрытого грунта ботанического сада размещен в двух оранжереях – мемориальной и фондовой. До 2009-го г. вся коллекция растений закрытого грунта находилась в мемориальной оранжерее, после завершения строительства фондовой оранжереи большая часть коллекции тропических растений была перемещена в нее (Шумигай, 2021).

Фондовая оранжерея разделена на несколько тематических экспозиций: «Растения пермского геологического периода», «Влажные тропики», «Сухие тропики», «Эпифиты», «Кактусы и суккуленты», «Полезные растения тропиков». В мемориальной оранжерее собрана коллекция субтропических растений. Всего в коллекциях закрытого грунта Учебного ботанического сада выращивается 3576 таксонов (видового и внутривидового рангов, включая сорта), 2584 вида из 198 семейств 4 отделов сосудистых растений (Шумигай, 2022).

Благодаря широкому морфологическому разнообразию, необычности внешнего вида и высокой декоративности, особый интерес у посетителей сада неизменно вызывает коллекция суккулентов.

Экспозиция «Кактусы и суккуленты» занимает общую площадь около 80 м<sup>2</sup> (Шумихин, 2015). По центру отделения расположена грунтовая площадка площадью около 30 м<sup>2</sup>, на которой растения высажены по географическому принципу и условно разделяются на две части: растения Старого и Нового Света. По краям отделения вокруг грунтовой площадки установлены стеллажи, на них располагаются растения, выращиваемые в горшечной культуре и группируемые в родовые комплексы.

Коллекция комплектуется с учетом разнообразия суккулентных растений, чтобы показать их таксономическое, морфологическое и экологическое разнообразие, так же учитывается эстетическая составляющая и утилитарное значение отдельных видов.

Основные источники пополнения коллекции – другие ботанические сады (Санкт-Петербург, Москва, Екатеринбург, Томск, Нижний Новгород, Новосибирск и др.), которые предоставляют живые растения черенками, либо целыми экземплярами, а также семена, полученные, в том числе по делектусному обмену из ботанических садов России и других стран. Небольшой процент таксонов поступает от частных коллекционеров.

На данный момент коллекция суккулентов в таксономическом отношении насчитывает представителей 637 видов, относящихся к 154 родам и 22 семействам с общей численностью 729 таксонов. В коллекции представлены следующие семейства растений: Aizoaceae Martinov., Anacampserotaceae Eggl. & Nyffeler, Apocynaceae Juss., Araceae Juss., Asparagaceae Juss., Basellaceae Raf., Bromeliaceae Juss., Cactaceae Juss., Commelinaceae Mirb.,

**Табл. 1.** Таксономический состав коллекции оранжерейных суккулентов Учебного ботанического сада им. А.Г. Генкеля ПГНИУ

Семейство	Количество / доля от общего числа, %		
	родов	видов	таксонов
Aizoaceae Martinov	17 / 11.72	32 / 5.02	35 / 4.80
Anacampserotaceae Eggl. & Nyffeler	1 / 0.69	6 / 0.94	6 / 0.82
Apocynaceae Juss.	15 / 10.34	38 / 5.97	47 / 6.45
Araceae Juss.	1 / 0.69	2 / 0.31	2 / 0.27
Asparagaceae Juss.	7 / 4.83	43 / 6.75	56 / 7.68
Basellaceae Mirb.	2 / 1.38	2 / 0.31	2 / 0.27
Bromeliaceae Juss.	5 / 3.45	9 / 1.41	9 / 1.23
Cactaceae Juss.	54 / 37.24	162 / 25.43	181 / 24.83
Commelinaceae	2 / 1.38	3 / 0.47	4 / 0.55
Compositae Giseke	2 / 1.38	21 / 3.30	23 / 3.16
Crassulaceae J.St.-Hil.	15 / 10.34	151 / 23.70	178 / 24.42
Cucurbitaceae Juss.	2 / 1.38	2 / 0.31	2 / 0.27
Didiereaceae Radlk.	2 / 1.38	4 / 0.63	5 / 0.69
Euphorbiaceae Juss.	4 / 2.76	38 / 5.97	49 / 6.72
Geraniaceae Juss.	1 / 0.69	3 / 0.47	3 / 0.41
Lamiaceae Martinov	3 / 2.07	6 / 0.94	6 / 0.82
Moraceae Gaudich.	1 / 0.69	2 / 0.31	2 / 0.27
Oxalidaceae R.Br.	1 / 0.69	1 / 0.16	1 / 0.14
Piperaceae Giseke	1 / 0.69	5 / 0.78	5 / 0.69
Urticaceae Juss.	1 / 0.69	2 / 0.31	2 / 0.27
Vitaceae Juss.	2 / 1.38	4 / 0.63	4 / 0.55
Xanthorrhoeaceae Dumort.	6 / 4.14	101 / 15.86	105 / 14.40
Всего:	154 / 100.00	637 / 100.00	729 / 100.00

Compositae Giseke, Crassulaceae J.St.-Hil., Cucurbitaceae Juss., Didiereaceae Radlk., Euphorbiaceae Juss., Geraniaceae Juss., Lamiaceae Martinov, Moraceae Gaudich., Oxalidaceae R.Br., Piperaceae Giseke, Urticaceae Juss., Vitaceae Juss., Xanthorrhoeaceae Dumort. (Номенклатура здесь и далее приведена в соответствии с The Plant List [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.theplantlist.org/>).

**Табл. 2.** Наиболее многочисленные роды суккулентных растений коллекции закрытого грунта Учебного ботанического сада им. А.Г. Генкеля ПГНИУ

№	Род	Семейство	Количество / доля от общего числа, %	
			видов	таксонов
1.	<i>Aloe</i> L.	Xanthorrhoeaceae	52 / 8.16	55 / 7.54
2.	<i>Crassula</i> L.	Crassulaceae	40 / 6.28	50 / 6.86
3.	<i>Euphorbia</i> L.	Euphorbiaceae	32 / 5.02	40 / 5.49
4.	<i>Haworthia</i> Duval	Xanthorrhoeaceae	32 / 5.02	33 / 4.53
5.	<i>Kalanchoe</i> Adans.	Crassulaceae	27 / 4.24	33 / 4.53
6.	<i>Agave</i> L.	Asparagaceae	24 / 3.77	31 / 4.25
7.	<i>Echeveria</i> DC.	Crassulaceae	21 / 3.30	25 / 3.43
8.	<i>Echinocereus</i> Engelm.	Cactaceae	21 / 3.30	22 / 3.02
9.	<i>Senecio</i> L.	Compositae	20 / 3.14	22 / 3.02
10.	<i>Mammillaria</i> Haw.	Cactaceae	15 / 2.35	16 / 2.19
11.	<i>Gasteria</i> Duval	Xanthorrhoeaceae	14 / 2.20	14 / 1.92
Всего:			298 / 46.78	341 / 46.78

Наибольшее количество родов и видов представлено в семействах Cactaceae Juss. (54 рода, 162 вида), Crassulaceae J.St.-Hil. (15 родов, 151 вид), Xanthorrhoeaceae Dumort. (6 родов, 101 вид), Asparagaceae Juss. (7 родов, 43 вида), Arocynaceae Juss. (15 родов, 38 видов), Aizoaceae Martinov (17 родов, 32 вида) (табл. 1).

Из всей коллекции суккулентных растений наибольшее количество видов насчитывается в таких родах как *Aloe* L. (52 вида, 55 таксонов), *Crassula* L. (40 видов, 50 таксонов), *Euphorbia* L. (32 вида, 40 таксонов), *Haworthia* Duval. (32 вида, 33 таксона), *Kalanchoe* Adans. (27 видов, 33 таксона), *Agave* L. (24 вида, 31 таксон), *Echeveria* DC. (21 вид, 25 таксонов), *Echinocereus* (21 вид, 22 таксона), *Senecio* L. (20 видов, 22 таксона), *Mammillaria* Haw. (15 видов, 16 таксонов), *Gasteria* Duval. (14 видов, 14 таксонов) (табл.2). Остальные роды коллекции суккулентов имеют долю менее 2 % от общего числа видов.

Стоит отметить, что экспозиция «Кактусы и суккуленты» является одной из наиболее крупных и наполненных по видовому разнообразию среди прочих оранжерейных экспозиций. Она активно используется в научной, учебной и эколого-просветительской деятельности сада.

#### Список литературы

1. Арнаутова, Е.М. Экспозиция «Тропические плодовые и пряно-ароматические растения» как пример тематической коллекции в Ботаническом саду Петра Великого / Е.М. Арнаутова, М.А. Ярославцева // Сборник научных трудов ГНБС. – Том 147. – 2018. – С. 192-194.
2. Шумидай, Д.Г. Семейство Arecaceae Bercht. & J. Presl в коллекции Учебного ботанического сада имени А. Г. Генкеля / Д.Г. Шумидай, П.П. Родникова // Учёные записки Челябинского отделения Русского ботанического общества: сборник статей. – Вып. 5. – Челябинск, 2021. – С. 108-111.
3. Шумихин, С.А. / Ботанические экскурсии по коллекциям и экспозициям Ботанического сада им. А.Г. Генкеля Пермского университета: путеводитель: монография / С.А. Шумихин. – СПб.: Математ, 2015. С – 208.
4. Шумидай, Д.Г. Таксономический обзор тропических и субтропических растений оранжерей Учебного ботанического сада им. А.Г. Генкеля Пермского университета / Д.Г. Шумидай, М.А. Черткова, А.Н. Дядик / Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 105-летию кафедры ботаники и генетики растений ПГНИУ и памяти заслуженных профессоров ПГНИУ В.А. Верещагиной и Е.И. Демьяновой. / Отв. редактор С.А. Овеснов. – Пермь, 2022. – С. 45-47.
5. Home – The Plant List [Электронный ресурс] URL: <http://theplantlist.org/> (дата обращения: 9.03.2021).

**КОЛЛЕКЦИЯ СУККУЛЕНТОВ БОТАНИЧЕСКОГО САДА  
САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Николай Викторович ЯНКОВ, Наталья Олеговна РОГУЛЕВА

Ботанический сад ФГБОУ ВПО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», Самара

e-mail: yankov-n@mail.ru

**SUCCULENT COLLECTION OF THE BOTANICAL GARDEN  
OF SAMARA UNIVERSITY**

Nikolai V. YANKOV, Natalia O. ROGULEVA

Botanical Garden of Samara National Research University, Samara

**Аннотация.** Коллекция растений аридных зон Ботанического сада Самарского университета насчитывает 461 таксон, 107 родов из 14 семейств. Коллекция расположена на площади 130 м<sup>2</sup>. 44 % от общего количества видов коллекции суккулентов находятся в Красном списке МСОП (The IUCN Red List of Threatened Species) в различных категориях. В статье так же приводится краткий исторический анализ формирования коллекции.

**Ключевые слова:** растения аридных зон Земли, Красный список МСОП, суккуленты, кактусы, ботанический сад.

**Abstract.** The collection of arid zone plants of the Botanical Garden of Samara University has 461 taxa, 107 genera from 14 families. The collection is located on an area of 130 m<sup>2</sup>. 44 % of the total number of the succulent collection species are on the IUCN Red List of Threatened Species in various categories. The article also provides a brief historical analysis of the collection formation.

**Keywords:** arid zone plants of the Earth, IUCN Red List, succulents, cacti, botanical garden.

Существует немало растений, внешний вид которых необычен и подчас даже повергает человека в изумление, но самая большая группа, в которую входят такие зелёные «чудеса света» — это суккуленты. Заняв специфическую экологическую нишу, растения аридных областей Земли в своей морфологии приобрели крайне специфические черты (Васильева, 2007). Эта обширная группа, вмещающая в себя растения из различных семейств и разных флористических областей, всегда вызывала большой интерес у коллекционеров «профессионалов» и любителей. Не стали исключениями и кураторы оранжереи Ботанического сада Самарского университета. Почти с момента образования сада предпринимались попытки пополнить основную коллекцию растений суккулентам, тем не менее коллекция растений аридных зон Земли



Рис. 1. Экспозиция суккулентов Ботанического сада Самарского университета, 2004 г.

В 1995 году была начата планомерная работа по уточнению видовой принадлежности некоторых растений и формированию коллекции. В 2000 году под коллекцию суккулентов было отведено полноценное место площадью 24 м<sup>2</sup> в конце четвёртой разводочной теплицы, которое отделили стеклянной перегородкой. По итогам инвентаризации в 2001 году коллекция насчитывала 187 таксонов (Корнева, 2007) (Рис.1).

Новый виток в истории коллекции растений аридных зон наступил в 2016 году, когда в оранжерее был начат капитальный ремонт. Несколько лет кактусы и суккуленты не имели постоянного места и кочевали по разным разводочным теплицам. В связи с заменой крыши взрослые экземпляры кактусов и суккулентов были выкопаны из грунта и пересажены в горшки. Несмотря на усилия сотрудников, часть растений погибла.

В 2019 году был завершён ремонт 4 теплицы: стеклянная крыша заменена на поликарбонатную, установлена новая система отопления и вентиляции, полностью заменён грунт (рис. 2).

Обновленное помещение площадью 130 м<sup>2</sup> было решено полностью отдать под коллекцию растений аридных зон. По периметру расставили стеллажи для семян и небольших растений, крупные взрослые экземпляры были высажены в центре в грунт. Растения расположены так, чтобы добиться максимального декоративного эффекта, учитывая их экологические особенности. Доминантами композиции являются *Beaucarnea recurvata* Lem., *Synadenium*

долгое время не имела постоянного куратора, располагалась хаотично по разводочным теплицам и на небольшом демонстрационном участке в тропическом зале. Со временем у части растений были потеряны этикетки.

*grantii* Hook.f., *Pachypodium lamerei* Drake, *Pereskia aculeata* Mill., *Kalanchoe beharensis* Drake, *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., *Bra-siliopuntia brasiliensis* (Willd.) A.Berger (рис. 2).

Основным источником пополнения коллекции всегда был международный семенной обмен. В последние годы увеличилось количество поступающих черенков и растений, привозимых сотрудниками оранжереи из командировок в другие ботанические сады России. Коллекционеры - любители тоже вносят посильный вклад в увеличение количества суккулентов в оранжерее. Так в 2021 г. Нуязин А.П. передал в дар оранжерее часть своей коллекции кактусов в количестве 20 экземпляров, возраст некоторых из них превышает 40 лет (*Gymnocalycium pflanzii* subsp. *zegarrae* (Cárdenas) G.J.Charles, *Gymnocalycium schickendantzii* (F.A.C.Weber) Britton & Rose, *Astrophytum capricorne* (A.Dietr.) Britton & Rose, *Echinocactus grusonii* Hildm.).

Состав коллекции с 1995 года существенно поменялся (рис. 3). Существенно увеличилось количество таксонов. Основную часть коллекции составляют представители семейства Cactaceae – 278 таксонов, также широко представлены семейства Crassulaceae – 41 таксон, Xanthorrhaceae – 39 таксонов, Asparagaceae – 33 таксона. По настоящее время идёт уточнение видовой принадлежности старых растений и поступающих вновь со своевременным обновлением этикеток. Названия растений приводятся в соответствие с международной базой данных World Flora Online (2023).

С 2015 года важнейшей задачей при комплектовании коллекции растений аридных зон становится сохранение редких и уязвимых видов в условиях *ex situ*. Количество таксонов, внесённых в Красный список МСОП (The



Рис. 2. Коллекция суккулентов Ботанического сада Самарского университета, 2023 год

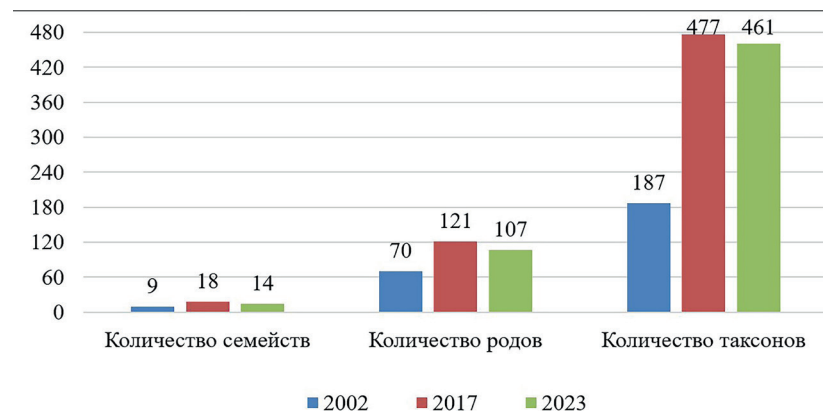


Рис. 3. Изменение количественного состава коллекции в 2002–2023 гг.

IUCN Red List of Threatened Species), в коллекции планомерно увеличивалось с 38 в 2002 году до 204 в 2023 году. Распределение по категориям риска представлено на рисунке 4. Основная часть видов, нуждающихся в охране, это представители семейства Cactaceae – 197 видов с разной степенью уязвимости, в том числе находящиеся в статусе Critically Endangered: *Rhipsalis mesembryanthemoides* Haw., *Rhipsalis pentaptera* Pfeiff. ex A. Dietr., *Matucana madisoniorum* (Hutchison) G.D. Rowley, *Mammillaria duwei* Rogoz. & Appenz., *Mammillaria carmenae* Castaneda (Янков, 2018).

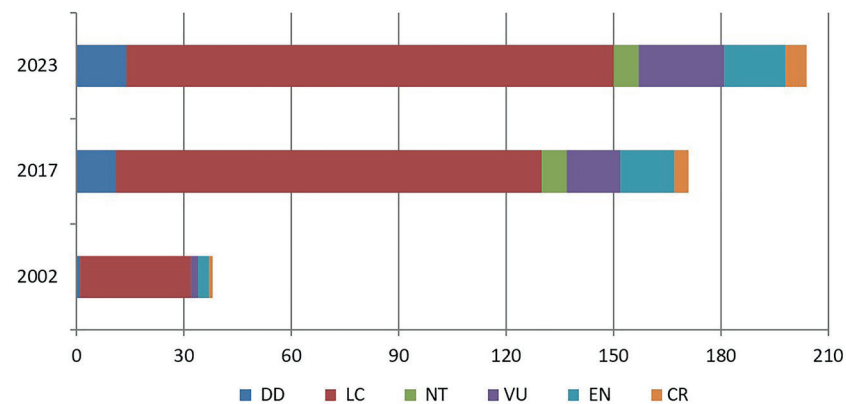


Рис. 4. Распределение коллекционных видов по категориям риска согласно The IUCN Red List of Threatened Species

К основным проблемам при содержании коллекции растений аридных зон можно отнести высокие температуры в оранжерее летом (температура в теплице в самые жаркие дни может достигать до +45°C) и излишняя влажность грунта зимой.

В дальнейшем видим развитие коллекции - в сохранение и приумножении её таксономического состава, акцентируя внимание на увеличение представителей семейства *Sactaceae*, внесенных в The IUCN Red List of Threatened Species, для этого стремимся развивать контакты с Ботаническими садами России и ближнего зарубежья с целью увеличения видового состава коллекции.

#### Список литературы

1. Васильева И.М., Удалова Р.А. Суккуленты и другие ксерофиты в оранжереях Ботанического сада Ботанического института им. В. Л. Комарова: (коллекция растений аридных областей Земли). Российская акад. наук, Ботанический ин-т им. В.Л. Комарова. Санкт-Петербург: Росток, 2007. 415 с.
2. Корнева В.В. Создание экспозиции суккулентов для экспозиционных и учебных целей. Самарская Лука: Бюл. 2007. Т. 16. № 1–2(19-20). С. 245-259.
3. Янков Н.В., Парфенова Е.А. Обзор и флористическая оценка представителей семейства *Sactaceae*, занесенных в IUCN, произрастающих в оранжерее Ботанического сада Самарского университета // Экология и география растений и растительных сообществ: Материалы IV Международной научной конференции, Екатеринбург, 16–19 апреля 2018 года. – Екатеринбург: Автономная некоммерческая организация высшего образования "Гуманитарный университет", 2018. С. 1092–1096.
4. The World Flora Online сайт. – URL: <http://www.worldfloraonline.org/> (дата обращения: 12.04.2023).

УДК 631.9:633.8 (470.325)

#### ИЗУЧЕНИЕ СУККУЛЕНТОВ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Жанна Мухарбиевна ЯХТАНИГОВА, Ирина Владимировна КУЛИШОВА

Белгородский филиал ФГБНУ Всероссийский институт лекарственных и ароматических растений, п. Майский, Белгородская обл.

e-mail: zhannayahtanig@mail.ru

#### STUDY OF SUCCULENTS IN THE BELGOROD REGION

Zhanna M. YAKHTANIGOVA, Irina V. KULISHOVA

Belgorod branch of FGBNU VILAR, p. Maysky, Belgorod region

**Аннотация.** В рамках применения ресурсосберегающих технологий в региональном лекарственном растениеводстве. Проведены исследования по изучению интродуцированных суккулентных лекарственных растений на основе общепринятых методов и методик. Изучены особенности ритмов роста и развития, воспроизводства и акклиматизации интродуциентов. Проведена морфобиологическая оценка растений, изучен их адаптивный потенциал в новых почвенно-климатических условиях.

**Ключевые слова:** интродукция, лекарственные растения, суккулент, рост и развитие растений, акклиматизация

**Abstract.** As part of the application of resource-saving technologies, in the regional medicinal plant breeding, research on the study of introduced succulent medicinal plants based on common methods and techniques was carried out. Peculiarities of growth and development rhythms, reproduction and acclimatization of introduced plants were studied. Morphobiological assessment of plants was carried out, their adaptive potential in new soil and climatic conditions was studied.

**Keywords:** introduction, medicinal plants, succulent, growth and development of plants, acclimatization

**Введение.** Суккулентные растения имеют многовековую историю разностороннего использования (Меркулова, 2017). Как известно, это представители различных семейств, которые не имеют общего происхождения. Они весьма популярны, в первую очередь, как декоративные растения. Тем не менее, в последние годы все активнее идет процесс их применения как в фитотерапии, так и в фармацевтической промышленности (Чичканова, 2019). В Белгородском филиале федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский институт лекарственных и ароматических растений» создана биокolleкция лекарственных и ароматических растений, включающая более 170 видов. В нее также включены интродуцированные суккулентные растения, представляющие для региона особый интерес. Развитие регионального лекарственного растениеводства включает в себя такие

составные элементы как изучение естественного видового разнообразия лекарственных и ароматических растений, интродукция, формирование коллекционных питомников, проведение научных исследований по изучению адаптивности и продуктивности с последующей закладкой промышленных плантаций. Коллекционный питомник выполняет не только экспозиционную функцию, но, также является базой для реализации программ научных исследований (Афанасьев, 2020). В частности, наблюдения за прохождением фенологических фаз роста и развития растений, их адаптивности к агроэкологическим условиям, отбор растительных образцов для лабораторных анализов. Исследования проводятся в рамках государственного задания № 075-00703-22-001 по теме «Формирование, сохранение и изучение биокolleкций генофонда различного направления с целью сохранения биоразнообразия и использования их в технологиях здоровьесбережения (№FGUU-2022-0014)». Исследования проводятся с использованием биообъектов Уникальной научной установки Биокolleкции ФГБНУ ВИЛАР.

**Методы исследования.** Цель исследований заключалась в изучении ритмов развития и биолого-морфологической оценке суккулентных растений в агроэкологических условиях региона.

**Объекты исследования.** Суккулентные растения, интродуцированные в 2020–2021 гг. Методика проведения полевых исследований на лекарственных растениях была общепринятая (Цицилин, 2022). Ритмы развития изучали на модельных растениях. Для характеристики исследованных жизненных форм использовали систему форм роста тропических и субтропических растений Е.С. Смирновой. Проведен анализ по хозяйственному значению. Оценка успешности интродукции и степени акклиматизации проведена по методике Н.А. Кохно (1980).

**Результаты и обсуждение.** Суккулентные растения в зависимости от расположения тканей, запасующих влагу, подразделяются на листовые и стеблевые. Вместе с тем, известно наличие видов обоих типов. В биокolleкцию лекарственных растений Белгородского филиала ВИЛАР были интродуцированы следующие виды суккулентов: очиток живучий (*Sedum aizoon* L.) и родиола розовая (*Rhodiola rosea* L.).

При попадании итродуцентов в новые условия произрастания очень важ-

но изучить особенности их ритма развития, нормы реакции на изменение среды. При этом успех адаптации зависит от комплекса морфофизиологических и биологических свойств растений. Приспособление интродуцентов обеспечивает их полноценное развитие и формирование жизнеспособных семян для дальнейшей акклиматизации к новой среде. При оценке состояния растений использовались качественные и количественные показатели многолетних видов (Табл.).

Табл. Показатели роста и развития суккулентных растений (2020–2022 гг.)

Показатели	Родиола розовая ( <i>Rhodiola rosea</i> L.)*		Очиток живучий ( <i>Sedum aizoon</i> L.)		
	1 год жизни	2 год жизни	1 год жизни	2 год жизни	3 год жизни
Продолжительность вегетационного периода, сут.	81 ± 2,3	121 ± 3,8	98 ± 1,9	120 ± 3,3	125 ± 2,1
Высота растений, см	6,8 ± 1,2	25,0 ± 2,8	18,0 ± 2,1	26,2 ± 3,4	40,0 ± 4,3
Число побегов, шт	1 ± 0,4	5 ± 0,9	2 ± 0,6	7 ± 1,3	15 ± 2,1
Число листьев на побеге, шт	6 ± 2	13 ± 1	5 ± 2	8 ± 3	12 ± 2
Густота стеблестоя, шт/м <sup>2</sup>	7 ± 0,2	5 ± 0,8	17 ± 1,7	20 ± 2,5	27 ± 3,2
Семенная продуктивность, шт/побег	-	-	-	720 ± 3,7	800 ± 4,5
Проективное покрытие, %	30 ± 0,7	45 ± 1,1	38,0 ± 0,9	47,0 ± 1,4	65,4 ± 2,0
Всхожесть семян, %	-	-	-	45,0 ± 0,3	55 ± 0,7
Прорастание семян, сут.	-	-	-	20 ± 0,5	18 ± 0,8

\* Родиола розовая (*Rhodiola rosea* L.) включена в биокolleкцию в 2021 году.

В исследованиях особое внимание уделяли морфофизиологическим признакам, отражающим степень генотипической изменчивости вида и обеспечивающим наибольшую приспособленность.

Семена родиолы розовой прорастают довольно медленно, что растягивает начальный период роста растений. В течение онтогенетического цикла родиола розовая проходит состояния – всходы, проростки, ювенильное и имматурное (утолщение корневища, ветвление) состояние, генеративный (появление репродуктивных побегов) и сенильный (отмирание надземной части) период. Период плодоношения у нее длится чуть более 25 суток.



В проведенных исследованиях в первый год жизни продолжительность вегетации у нее составила в среднем 81 суток. На второй год общая продолжительность фенофаз у нее составила порядка 121 суток. К началу 2 года жизни был отмечен выпад растений – 2 шт/м<sup>2</sup>. Также увеличились показатели вегетативных органов – число побегов составило 5, облиственность составила 13 шт/побег. Проективное покрытие на делянке увеличилось на 2 год жизни в среднем на 15%.

Среди возделываемых суккулентов наиболее выделился очиток живучий. Растение размножается вегетативно. В первый год жизни растения сформировали побег высотой до 21 см. При этом период вегетации у него составил 98 суток. На 2-й и 3-й годы жизни вегетационный период увеличился на 22 и 27 суток. Наибольшая высота растений составила  $40,0 \pm 4,3$  см. Очитковые являются неприхотливыми и хорошо произрастают на бедных и лёгких по гранулометрическому составу почвах. Очень быстро разрастаются и являются хорошей покровной культурой. Проективное покрытие у него по годам увеличивалось от  $47,0 \pm 1,4$  до  $65,4 \pm 2,0$  %. Наибольшая семенная продуктивность была на 3 году жизни – 800 шт./побег, что превысило показатели 2 года жизни на 80 шт/побег. Для определения жизнеспособности в лабораторных условиях семена очитка живучего проращивали на фильтровальной бумаге в чашках Петри. Всхожесть семян по годам варьировала от  $35,0 \pm 3,3$  до  $55 \pm 4,7$  %. Таким образом, можно отметить хорошие показатели адаптивности вида к новым условиям произрастания.

Все суккуленты продемонстрировали высокую устойчивость к поражению болезнями. В питомнике не было выявлено пораженных растений исследуемых культур. Также, у них высокий балл устойчивости к вредителям. Были выявлены единичные повреждения тлей у очитка живучего.

**Выводы.** Проведенные исследования позволили изучить ритмы роста и развития интродуцированных суккулентных растений, а также выявить адаптивные черты для их успешной акклиматизации в регионе. Способность к выживанию у всех видов была довольно высокая. Клещевина обыкновенная и очиток живучий обеспечивают воспроизведение в коллекционном питомнике. Таким образом, вопрос саморазвития в интродуцированных условиях для данных видов можно считать успешным. Процесс адаптации интроду-

циентов к новым почвенно-климатическим условиям имеет положительную динамику, что может обеспечить возможность формирования их агроценозов, а также распространения в естественных условиях.

#### Список литературы

1. Меркулова Н.Б. Некоторые субтропические лекарственные растения в коллекции оранжереи ФГБУН ВИЛАР / Н.Б. Меркулова, И.О. Запова // Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН. Вып. 9. Москва, 2017.
2. Цицилин А.Н., Ковалев Н.И., Коротких И.Н., Басалаева И.В., Бабенко Л.В., Савченко О.М., Хазиева Ф.М. Методика исследований при интродукции лекарственных и эфирномасличных растений / под ред. Морозова А.И. Москва: ФГБУ ВИЛАР.2022.
3. Смирнова Е.С. Классификация морфологических типов цветковых растений. Тропические и субтропические растения. Наука. 1976:132.
4. Кохно Н.А. К методике оценки успешности интродукции лиственных древесных растений. Теория методы интродукции растений и зеленое строительство. Киев: Наукова думка. 1980: 80.
5. Чичканова Е.С., Багрикова Н.А., Гончарова О.И., Науменко Т.С. Лекарственные суккулентные растения в оранжерее Никитского ботанического сада. Овощи России. 2019;(2):53-57. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-53-57>
6. Афанасьев А.В. Интродукция в условиях Центрально-Черноземного региона. Сборник трудов междунар. науч. конференции. 2020: 7-8.

Научное издание

**Труды НОЦ – Ботанический сад МГУ**  
**Выпуск VII**

Роль коллекций  
в сохранении биоразнообразия  
суккулентных растений *ex situ*

Рецензенты:

доктор с.-х. наук, проф. *Х.В. Шарафутдинов*

кандидат биол. наук *М.С. Романов*

Ответственный редактор  
доктор биол. наук *В.В. Чуб*

Редакционная коллегия  
кандидат биол. наук *О.Ю. Миронова,*  
*Я.А. Морозов,*  
*А.В. Волков*

Оригинал-макет, верстка  
*Л.А. Иванова*