



ISSN: 0366-502X

БЮЛЛЕТЕНЬ **ГЛАВНОГО** **БОТАНИЧЕСКОГО** **САДА**

4/2021

(Выпуск 207)





БЮЛЛЕТЕНЬ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

4/2021 (Выпуск 207)

ISSN: 0366-502X

СОДЕРЖАНИЕ

ИНТРОДУКЦИЯ И АККЛИМАТИЗАЦИЯ

Ершова А.А.

Итоги интродукции петрофитов российского Дальнего Востока
в лаборатории природной флоры Главного ботанического сада
им. Н.В. Цицина РАН 3

Федорова Д.Г., Назарова Н.М.

Интродукционная деятельность и коллекция древесно-кустарниковых
растений ботанического сада Оренбургского государственного
университета 24

АНАТОМИЯ, МОРФОЛОГИЯ

Анисимова Г.М., Шамров И.И.

Сравнительный анализ строения гинецея и семязачатка у некоторых
видов *Sedum* и *Kalanchoe* (Crassulaceae) 31

Здравчев Н.С., Романов М.С., Иовлев П.С., Тимченко А.С., Бобров А.В.

Структура и гистогенез плодов *Pandanus polycephalus* Lam. (Pandanaceae)
в связи с проблемами интерпретации женских репродуктивных органов
рода *Pandanus* s. l. 40

ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА

Черепенина Д.А., Мучник Е.Э.

Роль парков музеев-заповедников в сохранении биоразнообразия
лихенофлоры Московского региона 51

ОЗЕЛЕНЕНИЕ, ДЕКОРАТИВНОЕ САДОВОДСТВО

Калугин Ю.Г., Мусинова Л.П., Максимов С.В., Зимица О.А.

Цветочное оформление Ботанического сада Петра Великого БИН РАН:
функции и назначение 59

Учредители:
Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Главный ботанический сад
им. Н.В. Цицина РАН
ООО «Научтехлитиздат»;
ООО «Мир журналов».

Издатель:
ООО «Научтехлитиздат»

Журнал зарегистрирован федеральной
службой по надзору в сфере связи
информационных технологий
и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации
СМИ ПИ № ФС 77-46435

Подписные индексы
«Пресса России» 11184

Главный редактор:
Фирсов Г.А., канд. биол. наук, Россия

Зам. главного редактора:
Горбунов Ю.Н., доктор биол. наук, Россия

Редакционная коллегия:
Бондорина И.А., доктор биол. наук, Россия

Виноградова Ю.К., доктор биол. наук, Россия

Горбунова Е.О., канд. биол. наук, Россия

Иманбаева А.А., канд. биол. наук, Казахстан

Квеситадзе Г.И., доктор биол. наук, Грузия

академик НАН Грузии, президент НАН
Грузии, действительный член МААН,

Молканова О.И., канд. с.-х. наук, Россия

Решетников В.Н., доктор биол. наук, Беларусь

Романов М.С., канд. биол. наук, Россия

Темботова Ф.А., доктор биол. наук, Россия

проф., чл.-корр. РАН (Россия)

Ткаченко О.Б., доктор биол. наук, Россия

Цивадзе А.Ю., доктор хим. наук, Грузия

академик РАН

Шатко В.Г., канд. биол. наук, Россия

Швецов А.Н., канд. биол. наук, Россия

Huang Hongwen, Prof., China

Peter Wyse Jackson, Dr., Prof., USA

Дизайн и верстка
ИП Ивашкин Дмитрий Геннадиевич

ОГРНИП 319774600595516

Адрес редакции:
107258, Москва,

Алимов пер., д. 17, корп. 2

«Издательство, редакция журнала
«Бюллетень Главного
ботанического сада»»

Тел.: +7 (916) 185-65-45
+7 (499) 168-24-28

E-mail: rbs20bs@mail.ru
rbs20bs@yandex.ru
bulletinbotanicalgarden@mail.ru

Подписано в печать 26.11.2021 г.

Формат 60х88 1/8. Бумага офсетная

Печать офсетная. Усл.-печ. л. 12,4

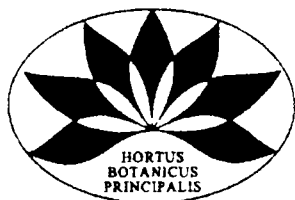
Уч.-изд. л. 14,5. Заказ № 891

Тираж 300 экз.

Оригинал-макет и электронная
версия подготовлены
ООО «Научтехлитиздат»

Отпечатано в типографии
ООО «Научтехлитиздат»

107258, Москва, Алимов пер., д. 17, стр. 2
www.tgizd.ru



BULLETIN MAIN BOTANICAL GARDEN

4/2021 (Выпуск 207)

ISSN: 0366-502X

CONTENTS

INTRODUCTION AND ACCLIMATIZATION

Ershova A.A.

Results of the introduction of petrophytes of the Russian Far East
in the laboratory of natural flora of Tsitsin Main Botanical Garden of RAS3

Fedorova D.G., Nazarova N.M.

Introduction activity and collection of tree and shrub plants
of the Botanical Garden Orenburg State University24

ANATOMY, MORPHOLOGY

Anisimova G.M., Shamrov I.I.

Comparative analysis of gynoecium and ovule structure in some species
of *Sedum* and *Kalanchoe* (Crassulaceae)31

Zdravchev N.S., Romanov M.S., Iovlev P.S., Timchenko A.S., Bobrov A.V.

The structure and histogenesis of fruits of *Pandanus polycephalus* Lam.
(Pandanaceae) in connection with the problems of interpretation of the nature
of female reproductive organs of the genus *Pandanus* s. l.40

PROTECTION OF THE FLORA

Cherepenina D.A., Muchnik E.E.

The role of museums-reserves parks in the conservation biodiversity
of the lichen flora of the Moscow Region51

PLANTING OF GREENERY, ORNAMENTAL HORTICULTURE

Kalugin Y.G., Musinova L.P., Maximov S.V., Zimina O.A.

Flower decoration of the Peter the Great Botanical Garden of Komarov
Botanical Institute: functions and purpose59

Founders:

Federal State Budgetary Institution
for Science Main Botanical Gardens
named after N.V. Tsitsin
Russian Academy of Sciences;
Ltd. «Nauchtehlitizdat»;
Ltd. «The World Of Magazines»

Publisher:

Ltd. «Nauchtehlitizdat»

The Journal is Registered
by the Federal Service
for Supervision in the Sphere
of Communications
Information Technologies
and Mass Communications
(Roskomnadzor).

Certificate of Print Media Registration
№ Фс77-46435

Subscription Numbers:

«Press of Russia» 11184

Editor-in-Chief

Firsov G.A., Cand. Sci. Biol.

Deputy Editor-in-Chief

Gorbunov Yu.N., Dr. Sci. Biol.

Editorial Board:

Bondorina I.A., Dr. Sci. Biol.

Vinogradova Yu.K., Dr. Sci. Biol.

Gorbunova E.O., Cand. Sci. Biol.

Imanbaeva A.A., Cand. Sci. Biol.

Kvesitadze G.I., Dr. Sci. Biol.

Academician of the National Academy
of Sciences of Georgia, President of the
National Academy of Sciences of Georgia,
Full Member of IAAS Georgia

Molkanova O.I., Cand. Sci. Agriculture

Reshetnikov V.N., Dr. Sci. Biol., Prof.

Romanov M.S., Cand. Sci. Biol.

Tembotova F.A., Dr. Sci. Biol., Professor,
Corresponding Member of the Russian
Academy of Sciences

Tkachenko O.B., Dr. Sci. Biol.

Tsivadze A.Yu., Dr. Sci. Chem., Professor,
Academician of the Russian Academy
of Sciences

Shatko V.G., Cand. Sci. Biol.

Shvetsov A.N., Cand. Sci. Biol.

Huang Hongwen, Prof.

Peter Wyse Jackson, Dr., Prof.

Design, Make-Up

individual entrepreneur Ivashkin Dmitry
Gennadievich
OGRNIP 319774600595516

Editorial Office Address:

107258, Moscow,
Alymov Pereulok, 17, Bldg 2.
«Ltd. The Publishing House, Editors
"Bulletin Main Botanical Garden"»

Phone: +7 (916) 185-55-45

+7 (499) 168-24-28

E-mail: rbbs20bs@mail.ru

rbbs20bs@yandex.ru

bulletinbotanicalgarden@mail.ru

Sent to the Press 26.11.2021

Format: 60×88 1/8

Text Magazine Paper. Offset Printing

12.4 Conventional Printer's Sheets

14.5 Conventional Publisher's Signatures

The Order № 891

Circulation: 300 Copies

The Layout and the Electronic Version
of the Journal are Made by Ltd.
«Nauchtehlitizdat»

Printed in Ltd. «Nauchtehlitizdat»,
107258, Moscow, Alymov pereulok, 17, bldg. 2
www.tgizd.ru

А.А. Ершова

мл.н.с.

E-mail: ershova.ann@mail.ru

ФГБУН Главный ботанический сад

им. Н.В. Цицина РАН

Москва, Российская Федерация

Итоги интродукции петрофитов российского Дальнего Востока в лаборатории природной флоры Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН

Представлены итоги многолетней интродукции петрофитов российского Дальнего Востока в лаборатории природной флоры Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН. Проанализирован таксономический состав этой экологической группы, длительность существования видов в культуре и устойчивость образцов в агроклиматических условиях ГБС. Дана оценка целесообразности повторного привлечения в коллекцию. Проведенный анализ показал, что за период 1945-2020 гг. испытано 260 видов петрофитов, что составляет 22% от всех испытанных видов флоры Дальнего Востока. Анализ видового состава и устойчивости показал, что нецелесообразно повторять попытки выращивания растений сырых скал и горных тундр. Выращивание их затруднено из-за специфической экологии. Неперспективны одно-двулетники и малолетники, требующие постоянного пересева, т.к. они дают семена не каждый год, а также однолетники и многолетники, которые не размножаются в этих условиях. Выявлены наиболее устойчивые в условиях ГБС виды петрофитов. Целесообразна повторная интродукция некоторых устойчивых видов петрофитов, продолжительное время сохранявшихся в коллекции, но выпавших по тем или иным причинам.

Ключевые слова: природная флора, интродукция, российский Дальний Восток, петрофиты, Москва.

A.A. Ershova

Junior Researcher

E-mail: ershova.ann@mail.ru

Federal State Budgetary Institution of Science

Tsitsin Main Botanical Garden,

Russian Academy of Sciences

Moscow, Russian Federation

Results of the introduction of petrophytes of the Russian Far East in the laboratory of natural flora of Tsitsin Main Botanical Garden of RAS

The results of many years of introduction of petrophytes of the Russian Far East in the laboratory of the natural flora of Tsitsin Main Botanical Garden of RAS are presented. The taxonomic composition of this ecological group, the duration of existence in the culture and the stability of the samples in these agro-climatic conditions are analyzed. The appropriateness of repeat introduction is assessed. The analysis showed that for the period 1945-2020. 260 species of petrophytes were tested, which is 22% of all tested species of flora of the Far East. An analysis of the taxonomic composition and stability showed that it is impractical to repeat attempts to grow plants of raw rocks and mountain tundra. Their cultivation is difficult due to the specific ecology. Unpromising annuals and perennials with a short period of life, requiring constant reseeding. As well as annuals and perennials that do not breed in our conditions. The most stable petrophyte species under GBS conditions have been identified. The species of petrophytes that are stable in our conditions and have lived in the collection for more than 20 years can be recommended for re-cultivation.

Keywords: natural flora, introduction, Russian Far East, petrophytes, Moscow.

DOI: 10.25791/BBGRAN.04.2021.1095

Каменные местообитания широко распространены на российском Дальнем Востоке. Это каменные россыпи на склонах сопок, сырые и сухие скалы и галечники речных и морских берегов, вулканические шлаковые поля, выходы камней в разнообразных сообществах (остепненные злаково-разнотравные группировки, высокогорные лужайки, горные тундры, заросли кустарников, горные леса). Включенные в обзор виды по отношению к водному режиму являются ксерофитами, мезофитами, ксеромезофитами; по отношению к световому режиму – сциофитами, гелиофитами, сциогелиофитами; по отношению к субстрату – петрофитами (облигатные и факультативные). Среди петрофитов немало редких, декоративных

и лекарственных растений, поэтому введение их в культуру представляет научный и практический интерес. Ранее сотрудниками лаборатории природной флоры отмечалась неустойчивость в культуре растений этой экологической группы в наших условиях [1], но подробный анализ не был опубликован. Анализ отрицательного опыта интродукции позволит понять целесообразность повторного привлечения в культуру. Цель работы – подвести итоги многолетней интродукции петрофитов российского Дальнего Востока на экспозиции флоры Дальнего Востока и в питомнике лаборатории. Для этого были поставлены задачи: 1) выявить таксономический состав этой экологической группы растений, испытанных за весь период

Интродукция и акклиматизация

существования коллекции; 2) провести анализ их устойчивости в культуре и длительности существования в коллекции; 3) оценить целесообразность повторного испытания видов, выбывших из состава коллекции.

Материалы и методы

Объектом исследования являются виды растений петрофитов российского Дальнего Востока, привезенные из природных местообитаний в разные годы сотрудниками лаборатории природной флоры ГБС и прошедшие интродукционные испытания в период 1945-2020 гг. на экспозиции «Флора Дальнего Востока» и в питомнике лаборатории. Данные виды и подвиды отнесены к петрофитам на основании литературных источников [2-10]. Длительность существования образцов в коллекции даны по [11] и по электронной базе данных лаборатории. Интегральная оценка состояния устойчивости в культуре дана по ранее разработанной методике [12]. К критериям устойчивости растений в новых для них агроклиматических условиях

относятся: сохранение ими природных ритмических процессов; способность к прохождению полного цикла развития побегов и сохранению природной жизненной формы; сохранение природных темпов онтогенеза; репродуктивная способность. Использована картотека лаборатории природной флоры ГБС. Названия растений приводятся по Theplantlist.org.

Результаты и обсуждение

Основным содержанием настоящей работы является аннотированный список петрофитов российского Дальнего Востока, прошедших интродукционные испытания на экспозиции «Флора российского Дальнего Востока» и в питомнике лаборатории природной флоры ГБС за все время существования коллекции. Материал расположен по отделам – папоротники, голосеменные, покрытосеменные. Внутри отделов по алфавиту приводятся семейства, роды и виды. *Полужирным курсивом* выделены таксоны, которые имеются в коллекции в настоящее время.

Таблица 1. Петрофиты российского Дальнего Востока, прошедшие интродукционные испытания на экспозиции «Флора российского Дальнего Востока»

Таксон	Жизненная форма	Общее распространение	Отношение к влаге/свету	Местообитание в природе	Период выращивания (лет); устойчивость
Отдел POLYPODIOPHYTA					
Aspleniaceae					
1. <i>Phyllitis japonica</i> Kom.	п	BA	м/сг	Затененные склоны и скалы	4; н/у
Athyriaceae					
2. <i>Athyrium fauriei</i> Christ (Makino)	п	BA	м/с	Среди кустарников и высокотравья на каменистых местах и скалах	46; у
3. <i>A. yokoscense</i> (Franch. & Sav.) H. Christ	п	BA	м/сг	В лесах на обнажениях различных пород близ морского побережья	43; у
4. <i>Gymnocarpium robertianum</i> (Hoffm.) Newman	п	A	м/с	Каменистые склоны, скалы и осыпи под пологом леса	11; у
5. <i>Cystopteris sudetica</i> A. Braun & Milde	п	EA	м/с	Затененные, часто замшелые скалы, каменистые склоны под пологом леса	54; у
Cryptogrammeae					
6. <i>Cryptogramma acrostichoides</i> R. Br.	п	BAA	м/с	Скалы и каменистые склоны, часто среди кедрового и ольховникового стланика	4; н/у

Интродукция и акклиматизация

Dryopteridaceae					
7. <i>Dryopteris fragrans</i> (L.) Schott	п	EAA	м/сг	Скалы, осыпи, каменистые склоны	30; у
8. <i>Polystichum craspedosorum</i> (Maxim.) Diels	п	A	м/с	Затененные скалы и камни из карбонатных пород	1; н/у
9. <i>P. lonchitis</i> (L.) Roth	п	EAA	м/с	Скалы, осыпи, крупные камни в лесах	4; с/у
Polypodiaceae					
10. <i>Lepisorus ussuriensis</i> (Regel & Maack) Ching	п	BA	м/с	Стволы деревьев, пни, скалы в лесах	<1; н/у
11. <i>Polypodium sibiricum</i> Sipliv.	п	A	м/с	Б. м. затененные скалы, камни в лесах	6; н/у
Woodsiaceae					
12. <i>Woodsia alpina</i> (Bolton) Gray	п	EAA	к/сг	Б. м. затененные скалы	7; с/у
13. <i>W. ilvensis</i> (L.) R. Br.	п	EAA	к/сг	Трещины скал в полутени	22; у
14. <i>W. manchuriensis</i> Hook.	п	BA	к/сг	Б. м. затененные скалы	6; н/у
15. <i>W. polystichoides</i> D.C. Eaton	п	BA	к/сг	Б. м. затененные скалы	3; с/у
Отдел PINOPHYTA					
Cupressaceae					
16. <i>Juniperus chinensis</i> var. <i>sargentii</i> A. Henry	к	BA	к/г	Приморские скалы	41; у
17. <i>J. communis</i> var. <i>saxatilis</i> Pall.	к	EA	к/г	В высокогорьях на скалах, каменистых склонах и россыпях, в лиственничных редколесьях, среди кедрового стланика и березы Милдендорфа	15; у
18. <i>J. rigida</i> Siebold & Zucc.	д	BA	к/г	Сухие каменистые склоны	29; у
19. <i>J. sabina</i> var. <i>davurica</i> (Pall.) Farjon	к	A	к/г	Каменистые склоны	46; у
20. <i>Microbiota decussata</i> Kom.	к	э	к/сг	Каменные россыпи	10; у
Pinaceae					
21. <i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc.	д	BA	к/г	Каменистые склоны	14; с/у
22. <i>P. pumila</i> (Pall.) Regel	к	A	к/сг	Образует заросли на верхней границе леса и выше. каменноберезняки и др.	62; у
Одел MAGNOLIOPHYTA					
Alliaceae					
23. <i>Allium anisopodium</i> Ledeb.	т	A	к/г	Сухие остепненные склоны, задерненные и слабо задерненные пески и галечники по берегам рек, озер и морей	9; с/у
24. <i>A. condensatum</i> Turcz.	т	A	к/г	Каменистые склоны с сухими остепненными лугами или кустарниковыми зарослями, приморские песчано-галечные косы	28; у
25. <i>A. sacculiferum</i> Maxim.	т	BA	м/г	Щебнистый склон	14; с/у
26. <i>A. senescens</i> L.	т	A	к/г	Каменистые склоны с дубовыми редколесьями	16; с/у
27. <i>A. splendens</i> Willd. ex Schult. & Schult.f.	т	A	к/г	Светлые леса, кустарники, луга, каменистые склоны и осыпи, скалы, высокогорные лужайки	9; с/у

Интродукция и акклиматизация

Apiaceae					
28. <i>Bupleurum scorzonerifolium</i> Willd.	т	A	к/г	В горных каменистых степях, на остепненных лугах, на опушках лиственных и сосновых лесов	7; у
29. <i>Peucedanum elegans</i> Kom.	т	BA	м/с	Каменные россыпи	4; с/у
30. <i>P. terebinthaceum</i> (Fisch. ex Trevir.) Ledeb.	т	A	к/г	Сухие каменистые склоны и осыпи, светлые сухие леса на склонах, заросли кустарников, сухие луга	7; с/у
31. <i>Rupiphila tachiroei</i> (Franch. & Sav.) Pimenov & Lavrova	т	BA	к/г	На известняковых скалах или у подножия скал на щебнистых участках	21; с/у
32. <i>Saposhnikovia divaricata</i> (Turcz.) Schischk.	т	A	к/г	В луговых каменистых степях, на склонах сопок, на террасах, в зарослях степных кустарников, на опушках лесостепных лесов, иногда на залежах	2; с/у
33. <i>Tilingia ajanensis</i> Regel & Tiling	т	A	м/сг	На севере по каменистым ягелево-шикшевым, кустарниково-пушицевым, вересково-лишайниковым и др. тундрам, в чозенниках, ивняках, лиственничниках, заболоченных ерниках, зарослях кедрового стланика, на травяных склонах и галечниковых косах у моря, на юге — в основном по гольцам, подгольцовым каменноберезникам, ельникам, луговинам, скалам	45; у
Araliaceae					
34. <i>Oplopanax elatus</i> (Nakai) Nakai	к	BA	м/с	Ельники, каменноберезняки	26; у
Asteraceae					
35. <i>Ajania pallasiana</i> (Fisch. ex Besser) Poljakov	пкч	BA	к/г	Края осыпей в лесном и подгольцовом поясах гор	12; с/у
36. <i>Anaphalis sinica</i> Hance	т	BA	к/г	Олуговельные и остепненные сухие приморские склоны, приморские скалы, сосняки из сосны густоцветковой, заросли кустарников и полыни Гмелина	1; н/у
37. <i>Arctanthemum arcticum</i> (L.) Tzvelev	т	BAA	мк/г	Влажные солонцеватые луга или осоково-моховые болота в устьях рек, на приморских скалах и галечниках	6; н/у
38. <i>A. arcticum</i> subsp. <i>kurilense</i> (Tzvelev) Tzvelev.	т	BA	мк/г	Скалы	7; н/у
39. <i>Artemisia aurata</i> Kom.	о	BA	к/г	Горные склоны, береговые обрывы, каменистые россыпи	3; н/у
40. <i>A. capillaris</i> Thunb.	о	BA	к/г	По берегам рек на скалах, мелкоземисто-щебнистые осыпи, песчано-галечные косы	3; н/у
41. <i>A. feddei</i> H.Lév. & Vaniot	т	A	к/г	Горные склоны, обрывы, заросли кустарников, среди камней, в поймах ручьев на галечниках, обычно на мелкоземистом и хрящеватом грунте	11; с/у

Интродукция и акклиматизация

42. <i>A. glomerata</i> Ledeb.	пкч	БАА	к/г	На сухих каменистых вершинах и склонах сопок, на щебнистых речных и морских террасах, на галечниках, реже на скалах, на щебнистых пятнах в куртинных и пятнистых кустарничково-дриадовых тундрах. В гольцово-таежных районах в кустарничково-лишайниковых горных тундрах, на щебнистых осыпях, на шлаковых полях, на приморских скалах	4; н/у
43. <i>A. gmelinii</i> Weber ex Stechm.	пк	А	к/г	Горные склоны, приречные и приморские скалы и осыпи, поляны в сухих лесах, заросли кустарника, каменистые обочины дорог	16; н/у
44. <i>A. insulana</i> Krasch.	т	э	к/г	Каменистые россыпи и сухие щебнистые кустарничковые тундры	2; н/у
45. <i>A. japonica</i> Thunb.	т	ВА	к/г	Разреженные дубняки, куст. на приречных и приморских склонах	16; с/у
46. <i>A. keiskeana</i> Miq.	т	ВА	мк/сг	Леса на горных склонах (преимущественно дубняки), кустарники, более-менее затененные скалы и каменистые россыпи	9; с/у
47. <i>A. lagocephala</i> (Fisch. ex Besser) DC.	пк	А	к/г	Каменистые россыпи в гольцовом и подгольцовом поясах	11; с/у
48. <i>A. littoricola</i> Kitam.	т	ВА	к/г	Приморские скалы, песчаные косы в устьях рек, песчано-галечные морские косы	10; с/у
49. <i>A. norvegica subsp. saxatilis</i> (Besser) H.M.Hall & Clem.	т	АА	к/г	Сухие вершины и склоны гор, каменистые россыпи, кустарничковые тундры, склоны речных и приморских террас, в поймах на галечниках и в зарослях кустарников	5; с/у
50. <i>A. pannosa</i> Krasch.	т	э	к/г	Сухие приморские скалы и склоны со злаково-разнотравным группировками, щебнистые россыпи	4; н/у
51. <i>A. saitoana</i> Kitam.	т	ВА	м/г	Южные каменистые склоны, осыпи на морских побережьях и по долинам рек, реже под пологом сухих парковых дубняков и в кустарниках	14; с/у
52. <i>A. schmidtiana</i> Maxim.	пкч	ВА	к/г	Скалы и каменистые россыпи приморских склонов, галечники в устьях рек	5; н/у
53. <i>Aster sibiricus</i> Turcz. ex Torr. & A.Gray	т	ЕА	к/г	На слабозадернованных открытых склонах, песчаных валах, каменистых плато, щебнисто-глинистых склонах, галечниках, реже на скалах, до гольцового пояса	22; у
54. <i>A. spathulifolius</i> Maxim.	т	ВА	к/г	Приморские скалы и галечники	8; с/у
55. <i>Bidens parviflora</i> Willd.	о	А	к/г	Приречные и прибрежно-морские каменистые склоны, осыпи и уступы сухих солнечных скал, песчано-галечные наносы	7; н/у

Интродукция и акклиматизация

56. <i>Callistephus chinensis</i> (L.) Nees	о	ВА	к/г	Галечники и каменистые осыпи	2; н/у
57. <i>Chrysanthemum coreanum</i> (H.Lév. & Vaniot) Nakai.	т	ВА	к/г	приморские скалы и редкостойные дубняки по приморским склонам	2; н/у
58. <i>C. zawadskii</i> Herbach.	т	ЕА	к/г	Сосновые леса, остепненные склоны, приречные скалы	11; с/у
59. <i>Dendranthema erubescens</i> (Stapf) Tzvelev	т	ВА	к/г	Скалы и каменистые склоны	3; н/у
60. <i>D. maximowiczii</i> Tzvelev	т	ВА	к/г	Известняковые скалы и осыпи в лесном поясе	2; н/у
61. <i>D. nakdongense</i> (Nakai) Tzvelev	т	ВА	к/г	Разреженные сосновые и дубовые леса, среди кустарников, на каменистых склонах	13; с/у
62. <i>Erigeron komarovii</i> Botsch.	т	АА	к/г	Горнотундровые лужайки, галечники в подгольцовом и гольцовом поясах	1; н/у
63. <i>Heteropappus hispidus</i> var. <i>villosus</i> (Kom.) Vorosch.	о	А	к/г	Сухие солнечные скалы, каменистые осыпи, галечники и как рудеральное в населенных пунктах	4; н/у
64. <i>Hieracium triste</i> Willd. ex Spreng.	т	БАА	к/г	Каменистые склоны и нивальные луговины по морским террасам и в горах	2; н/у
65. <i>Ixeridium dentatum</i> (Thunb. ex Thunb.) Tzvelev.	о	ВА	к/г	Приморские пески и галечники, обочины дорог	7; с/у
66. <i>Leibnitzia anandria</i> (L.) Turcz.	т	А	к/г	Сухие солнечные скалы, щебнистые осыпи, сухие луга, сухие дубовые, иногда хвойно-широколиственные леса, заросли кустарников на каменистых склонах	15; с/у
67. <i>Leontopodium kurilense</i> Takeda	т	ВА	к/г	Скалы	5; с/у
68. <i>Saussurea fulcrata</i> Khokhr. & Vorosch.	т	э	к/г	Скалы и каменистые склоны приморских террас	17; с/у
69. <i>S. kolesnikovii</i> Khokhryakov & Voroshilov	т	э	к/г	Известняковые скалы и каменистые россыпи, дубняки с леспедерой	28; у
70. <i>S. kurilensis</i> Tatew.	т	э	к/г	Каменисто-мелкоземистые склоны, реже луговины у скал; в подгольцовом поясе	25; у
71. <i>S. nupuripoensis</i> Miyabe & Miyake	т	э	к/г	Каменистые склоны и скалы в горах	10; с/у
72. <i>S. pseudotilesii</i> Lipsch.	т	э	м/г	Подгольцовые и долинные луга, горнотундровые луговины, опушки каменноберезняков и зарослей кедрового стланика, скалы, реже каменистые осыпи	6; с/у
73. <i>S. sovietica</i> Kom.	т	э	к/г	Скалы и каменистые осыпи	11; с/у
74. <i>S. ussuriensis</i> Maxim.	т	ВА	к/г	Редкостойные дубняки, сухие склоны возвышенностей	39; у
75. <i>Scorzonera radiata</i> Fisch. ex Fisch.	т	А	к/г	Заросли кустарников, горные тундры, скалы	11; у или с/у
76. <i>Stemmacantha uniflora</i> (L.) Dittrich	т	А	к/г	Степи, сухие луга и леса, степные луга и кустарники, каменистые склоны	25; у

Интродукция и акклиматизация

77. <i>Taraxacum rufum</i> Dahlst.	т	э	к/г	Каменистые и щебнистые склоны, галечники, лужайки, скалы	9; с/у
78. <i>Tephrosieris subscaposa</i> (Kom.) Czerep.	т	BA	к/г	На скалах и каменных осыпях; приурочен к известнякам	2; н/у
79. <i>Trommsdorffia crepidioides</i> (Miyabe & Kudô) Soják	т	BA	к/г	На сухих олуговелых склонах южной экспозиции в горах; приурочен к известнякам	3; н/у
Betulaceae					
80. <i>Betula ermanii</i> Cham.	д	BA	к/г	Образует леса в горах и предгорьях преимущественно на каменных субстратах.	60; у
Boraginaceae					
81. <i>Eritrichium sericeum</i> (Lehm.) A. DC.	о	A	к/г	На каменных склонах, в высокогорьях	1; н/у
82. <i>Lithospermum erythrorhizon</i> Siebold & Zucc.	т	A	к/г	По сухим и каменным склонам и среди кустарников, на возвышенных участках в долинах рек	3; с/у
Brassicaceae					
83. <i>Achoriphragma nudicaule</i> (L.) Soják	т	AA	к/г	Каменные сухие лишайниковые тундры, избыточно увлажненные закустаренные луга, моховые тундры	3; н/у
84. <i>Christolea parryoides</i> (Cham.) N.Busch	т	э	к/г	Щебнисто-глинистые склоны, осыпи, шлаковые поля	<1; н/у
85. <i>Cochlearia arctica</i> Schtdl. ex DC.	дв	EA	м/г	Отмели рек, озер, морей	10; у
86. <i>Dontostemon dentatus</i> (Bunge) C.A.Mey. ex Ledeb.	о	A	к/г	Каменные склоны и осыпи, сухие остепненные луга, песчаные и галечниковые отложения по берегам рек и на морском побережье, скалистые обрывы к морю	<1; н/у
87. <i>Draba borealis</i> DC.	т	BAA	к/г	Сухие скалистые места	9; н/у
88. <i>D. cardaminiflora</i> Kom.	т	э	к/г	Скалы у моря	2; н/у
Campanulaceae					
89. <i>Campanula dasyantha</i> subsp. <i>chamissonis</i> (Fed.) Victorov.	т	BAA	м/г	Каменно-щебнистые и олуговелые горные тундры, каменные россыпи и трещины скал; на побережьях по олуговелым разнотравным склонам сопок и приморским террасам, на зарастающих береговых дюнах	24; у
90. <i>C. lasiocarpa</i> Cham.	т	BAA	к/г	Щебнистые и кустарничковые тундры, каменно-щебнистые осыпи и склоны, олуговелые склоны сопок и приморских террас, пеплошлаковые вулканогенные отложения, песчаные приморские дюны; от уровня моря до гольцового пояса	3; н/у

Интродукция и акклиматизация

91. <i>Platycodon grandiflorus</i> (Jacq.) A. DC.	т	А	м/г	Гумусированные уступы солнечных скал, особенно массово на прибрежных морских скалах, каменные склоны, остепненные луга, песчаные наносы, кустарники и лесные опушки	24; у
Caprifoliaceae					
92. <i>Weigela praecox</i> (Lemoine) Bailey	к	ВА	м	Сырые камни	66; у
Caryophyllaceae.					
93. <i>Dianthus chinensis</i> L.	т	ЕА	к/г	Сосновые боры, луга, каменные склоны	5; у
94. <i>D. repens</i> Willd.	т	ЕАА	к/г	Щебнистые тундры, каменные и песчаные склоны, галечниково-песчаные берега рек и ручьев, сухие лиственничники	6; у
95. <i>Eremogone capillaris</i> (Poir.) Fenzl	т	АА	к/г	На щебнистых или каменных остепненных склонах сопок, на вершинах гор в щебнистых, каменисто-лишайниковых, дриадовых и других тундрах, реже в каменноберезниках и на луговых склонах и скалах морских террас	<1; -
96. <i>Gypsophila pacifica</i> Kom.	т	ВА	к/г	Скалистые и каменные склоны, приморские скалы, сухие луга и ж. д. насыпи	5; с/у
97. <i>Lychnis ajanensis</i> Regel	т	э	к/г	Остепненные луга, щебнистые и каменные склоны, береговые склоны и скалы	6; с/у
98. <i>Pseudostellaria rigida</i> Pax	т	э	м/г	Сухие каменные склоны гор и скалы	4; н/у
99. <i>Sagina maxima</i> A. Gray	т	ВА	к/г	Приморские песчано-галечные отложения и трещины скал. В городской черте – трещины в асфальте и на штукатурке стен зданий	6; с/у
100. <i>Silene firma</i> Siebold & Zucc.	о	А	к/г	Щебнистые, известняковые и остепненные склоны, береговые скалы, осыпи, сухие горные луга, дубяки по склонам, галечники рек и обочины дорог	3; с/у
101. <i>S. olgae</i> Rohrb.	о	Э	к/г	Скалистые и каменные склоны и осыпи	7; у
102. <i>S. repens</i> Patrin	т	ЕА	к/г	На открытых травянистых и кустарниковых щебнисто-каменных и скалистых склонах, на приморских и приречных скалах, по сухим осыпям до подгольцового пояса, на злаково-разнотравных и остепненных лугах, галечниках рек и озер, ж.-д. насыпях, залежах, вдоль дорог, иногда как сорное на полях	19; у
103. <i>S. sachalinensis</i> F. Schmidt	т	э	к/г	Склоны и каменные осыпи	1; н/у

Интродукция и акклиматизация

104. <i>Stellaria eschscholtziana</i> Fenzl	т	A	к/г	В горно-тундровом поясе на осыпях, вулканических шлаках и песках, среди камней, на галечниках горных рек	7; с/у
105. <i>S. ruscifolia</i> Pall. ex Schldtl.	т	AA	к/г	Приморские скалы, галечники и пески, вулканические шлаки	6; с/у
Crassulaceae					
106. <i>Aizopsis kurilensis</i> (Vorosch.) S.B.Gontch.	т	э	к/г	Скалы	44; с/у
107. <i>Orostachys erubescens</i> (Maxim.) Ohwi	т	BA	к/г	Скалы, осыпи, каменистые олуговелые и остепненные склоны, прибрежно-морские пески	2; с/у
108. <i>O. furusei</i> Ohwi	т	BA	к/г	Приморские скалы и склоны морских террас	<1; н/у
109. <i>O. malacophylla</i> (Pall.) Fisch.	т	A	к/г	Сухие скалы, каменистые склоны, осыпи, песчано-галечные наносы по берегам рек	3; н/у
110. <i>O. spinosa</i> (L.) Sweet	т	EA	к/г	Сухие солнечные скалы, каменистые олуговелые и остепненные склоны, щебнистые участки, галечные наносы рек и морей.	4; с/у
111. <i>Phedimus middendorffianus</i> (Maxim.) 't Hart.	т	A	к/г	Влажные каменистые склоны и скалы вдоль ручьев и рек	18; у
112. <i>P. selskianum</i> (Regel & Maack) 't Hart	т	BA	к/г	Скалистые склоны, в лиственных лесах и на лугах	29; с/у
113. <i>Rhodiola integrifolia</i> Raf.	т	BAA	к/г	Скалистые склоны, нивальные лужайки, горные тундры	15; с/у
114. <i>R. ishidae</i> Hara	т	BA	к/г	Каменистые и скалистые вершины	29; у
115. <i>Sedum aizoon</i> L.	т	A	м/г	Сухие и береговые скалы, каменистые склоны, выходы известняков, заросли кустарников, вдоль лесных троп и дорог	40; у
116. <i>S. kamtschaticum</i> Fisch.	т	BA	к/г	Скалы и каменистые склоны	33; у
117. <i>S. pluricaule</i> Kudô	т	BA	к/г	Гольцы, скалы морских побережий	7; с/у
118. <i>S. roseum</i> (L.) Scop.	т	EA	м/сг	Подгольцовый и гольцовый пояса, тундры, скалы, щебнистые склоны, увлажненные почвы и галечники в верховьях горных рек	43; у
119. <i>S. sichotense</i> Vorosch.	т	э	к/г	Скалы, в лесном поясе гор	44; у
120. <i>S. ussuriense</i> Kom.	т	э	м/сг	Заросли кустарников, каменные развалы	24; у
121. <i>S. viviparum</i> Maxim.	т	BA	м/с	Тенистые скалы в лесах, галечники рек	65; у
Cyperaceae					
122. <i>Carex nanella</i> Ohwi	т	A	м/сг	Остепненные каменистые склоны, светлые сухие дубняки, реже – смешанные леса по южным склонам	2; н/у

Интродукция и акклиматизация

Diapensiaceae					
123. <i>Diapensia lapponica</i> subsp. <i>obovata</i> (F.Schmidt) Hultén	кч	АА	м/г	В кустарничковых и моховолишайниковых тундрах на щебнистых и каменистых плато и склонах. Вне Арктики – только в высокогорьях	1; н/у
Dipsacaceae					
124. <i>Scabiosa lachnophylla</i> Kitag.	т	А	к/г	Щебнистые склоны, сухие и остепненные луга, прибрежные пески, опушки леса, заросли кустарников.	12; с/у
Ericaceae					
125. <i>Cassiope ericoides</i> (Pall.) D.Don	кч	А	м/г	Гольцы, лишайниковые тундры, каменистые россыпи, щебнистые плато	<1; н/у
126. <i>Ledum decumbens</i> Small	кч	ЕАА	м/г	Тундры, каменистые и щебнистые склоны и в высокогорьях	2; н/у
127. <i>Phyllodoce caerulea</i> (L.) Bab.	кч	ЕАА	к/г	В кустарничковых и мохово-лишайниковых тундрах, на гольцах, у снежников	<1; с/у
128. <i>Rhododendron aureum</i> Georgi	к	А	м/г	Леса у верхней границы, заросли кедрового стланика, щебнистые тундры	8; н/у
129. <i>R. camtschaticum</i> Pall.	кч	БАА	к/г	В кустарничковых и мохово-лишайниковых тундрах, в зарослях кедрового стланика, на альпийских лужайках; вне Арктики и Субарктики только в высокогорьях	12; с/у
130. <i>R. mucronulatum</i> Turcz.	к	ВА	м/г	Заросли кустарников, высокогорные лужайки, скалы и каменистые склоны в лесу	66; у
131. <i>R. schlippenbachii</i> Maxim.	к	ВА	м/г	По каменистым осыпям, скалистым обрывам (в том числе у моря), в горных ущельях, в подлеске и на опушках широколиственных и широколиственно-сосновых лесов (из дубов монгольского и зубчатого, сосны густоцветной, липы амурской), в производных от них редколесьях и высокотравных сухих лугах, среди кустарников.	66; у
132. <i>R. sichotense</i> (Pojark.)	к	э	м/г	Заросли кустарников, горные тундры, высокогорные лужайки, каменные россыпи, скалы	4; с/у
Euphorbiaceae					
133. <i>Euphorbia discolor</i> Ledeb.	т	А	к/г	На скалах, осыпях, каменных россыпях, сухих каменистых склонах и сухих остепненных лугах, опушках, на галечниках и речных песках	41; у
134. <i>E. komaroviana</i> Prokh.	т	ВА	м/г	По склонам сопок, покрытых лесом, морским берегам и останцам	15; с/у

Интродукция и акклиматизация

135. <i>E. lucorum</i> Rupr.	т	ВА	м/сг	В горных лесах. часто в дубняках, на сухих, реже – сырых лугах, на открытых склонах по морским побережьям	30; у
136. <i>E. mandshurica</i> Maxim.	т	ВА	к/г	На песчаных дюнах и наносах, галечниках рек, на сухих откосах сопок, на насыпях ж. д. и на приморских лугах	31; у
137. <i>Flueggea suffruticosa</i> (Pall.) Baill.	пк	А	к/г	Скалы, каменистые осыпи и известковые отложения	66; у
Fabaceae					
138. <i>Caragana manshurica</i> Kom.	к	ВА	к/сг	Скалы и каменистые склоны под пологом широколиственных и кедровошироколиственных лесов	32; у
139. <i>C. ussuriensis</i> (Regel) Pojark.	к	ВА	к/сг	Каменистые склоны и выходы скал в широколиственных и сосновых лесах, открытые известняковые скалы	59; у
140. <i>Hedysarum austrokurilense</i> (N.S.Pavlova) N.S.Pavlova	т	э	к/г	Скалы, каменистые склоны небольших гор и высокие приморские террасы	1; н/у
141. <i>H. sachalinense</i> B.Fedtsch.	т	э	к/г	Каменистые склоны	5; с/у
142. <i>Lespedeza bicolor</i> Turcz.	к	А	м/сг	По опушкам, черноберезовым лесам, скалистым обрывам	36; у
143. <i>L. cyrtobotrya</i> Miq.	к	ВА	к/сг	На склонах сопок разных экспозиций и в подлеске редколесий дуба зубчатого и дуба монгольского	1; н/у
144. <i>L. davurica</i> (Laxm.) Schindl.	пк	А	к/г	По каменистым, крутым южным склонам, скалам, в степях, кустарниковых зарослях	1; н/у
145. <i>L. juncea</i> (L.f.) Pers.	т	А	к/г	По каменистым, щебнистым крутым склонам в степях, разреженных кустарниковых зарослях	1; н/у
146. <i>L. tomentosa</i> (Thunb.) Maxim.	т	ВА	к/сг	На сухих травянистых склонах, постоянный компонент редколесий из дуба зубчатого и дуба монгольского	1; н/у
147. <i>Oxytropis mandshurica</i> Bunge	т	ВА	к/г	Каменистые сухие склоны, галечники, пески	1; н/у
148. <i>O. oxyphylla</i> (Pall.) DC.	т	А	к/г	В степях, по каменисто-щебнистым склонам, на песчаных и засоленных почвах	1; н/у
149. <i>O. ruthenica</i> Vassilcz.	т	э	к/г	Сухие скалы, галечники, пески	1; н/у
150. <i>Pueraria montana</i> var. <i>lobata</i> (Willd.) Sanjappa & Pradeep	л	ВА	м/г	На пологих каменистых склонах и у подножия скал, на достаточно увлажненной почве	1; н/у
Fumariaceae					
151. <i>Corydalis magadanica</i> A.P.Khokhr.	т	э	м/г	На зарастающих каменисто-мелкоземлистых склонах, реже — в каменноберезниках	4; н/у
152. <i>C. ochotensis</i> Turcz.	о	ВА	м/с	В тенистых лесах вдоль скал и по берегам рек, а также на галечниках рек	61; у

Интродукция и акклиматизация

153. <i>Dicentra peregrina</i> (Rudolph) Makino	т	BA	к/г	Щебнистые вершины, осыпи и скалы, каменные и песчаные обнажения, галечники рек	3; н/у
Gentianaceae					
154. <i>Gentiana glauca</i> Pall.	т	AA	м/г	Около снежников в горах, среди кустарников	<1; с/у
155. <i>G. macrophylla</i> Pall.	т	A	м/г	На травянистых склонах, предпочитает выходы карбонатных пород	13; с/у
Grossulariaceae					
156. <i>Grossularia burejensis</i> A.Berger	к	BA	м/г	В горных хвойных лесах, на склонах гор, на скалах по долинам рек и горных ручьев	61; у
157. <i>Ribes diacantha</i> Pall.	к	A	к/г	На каменистых степных склонах, осыпях, песках в долинах рек	48; у
158. <i>R. fontaneum</i> Bochkarn).	к	э	м/с	Каменистые берега горных ключей в темнохвойных лесах	
159. <i>R. horridum</i> Rupr. ex Maxim.	к	BA	м/с	Каменные россыпи, скалы	36; у
160. <i>R. komarovii</i> Pojark.	к	BA	м/г	Скалы, каменистые склоны, гребни хребтов, заросли кустарников, леса. Тяготеет к карбонатным породам.	65; у
Heimerocallidaceae					
161. <i>Heimerocallis middendorffii</i> Trautv. & C.A.Mey.	т	BA	м/г	Крутые олуговелые и сухие каменистые склоны, опушки леса, реже – светлые дубняки и кустарники	66; у
Hydrangeaceae					
162. <i>Deutzia glabrata</i> Kom.	к	BA	м/г	Каменистые лесные опушки	61; у
Lamiaceae					
163. <i>Agastache rugosa</i> (Fisch. & C.A.Mey.) Kuntze	т	BA	м/г	Среди кустарников на каменистых склонах	9; с/у
164. <i>Dracocephalum multicolor</i> Kom.	т	э	к/г	Каменистые склоны и скалы	6; с/у
165. <i>D. palmatum</i> Steph. ex Willd.	т	A	к/г	Щебнистые склоны, песчаные наносы, тундры	
166. <i>Elsholtzia serotina</i> Kom.	о	BA	к/г	Галечники, скалистые склоны	3; с/у
167. <i>Isodon japonicus var. glaucocalyx</i> (Maxim.) H.W.Li.	т	BA	к/г	Открытые сухие склоны	68; у
168. <i>I. serra</i> (Maxim.) Kudô	т	BA	м/г	Луга и леса по горным склонам	24; у
169. <i>Nepeta multifida</i> L.	т	A	к/г	Каменистые склоны и скалы	5; у
170. <i>Scutellaria baicalensis</i> Georgi	т	A	к/г	Каменистые склоны, сухие луга и скалы	14; с/у
171. <i>Thymus curtus</i> Klovov	пкч	BA	к/г	Каменистые склоны	2; -

Интродукция и акклиматизация

172. <i>T. japonicus</i> (H.Hara) Kitag.	пкч	BA	к/г	Скалы и осыпи	3; н/у
173. <i>T. komarovii</i> Serg.	пкч	BA	к/г	Известняковые скалы	6; с/у
174. <i>T. reverdattoanus</i> Serg.	пкч	A	к/г	Каменистые и глинистые склоны. прибрежные пески и тундры	9; -
Liliaceae					
175. <i>Gagea serotina</i> (L.) Ker Gawl.	т	EAA	к/г	В высокогорьях и лесном поясе на щебнистых обнажениях, в скальных трещинах, на альпийских лугах	4; н/у
176. <i>Lilium cernuum</i> Kom.	т	BA	к/г	Сухие каменистые склоны, изредка на почве в дубняках. Тяготеет к известнякам	25; у
177. <i>L. pumilum</i> Delile	т	A	к/г	Сухие остепненные, реже закустаренные, каменистые склоны	7; у
Melanthiaceae					
178. <i>Tofieldia coccinea</i> Richardson	т	EAA	м/сг	На сухих тундрах, каменистых склонах, реже – на осоко-моховых болотах	4; н/у
Oleaceae					
179. <i>Syringa villosa subsp. wolfii</i> (C.K.Schneid.) Jin Y.Chen & D.Y.Hong	к	BA	м/сг	В лесах по каменистым склонам гор и россыпям до 1300 м над ур. м.	66; у
Onagraceae					
180. <i>Epilobium latifolium</i> L.	т	EAA	к/г	В долинах горных и тундровых рек на галечниках и каменниках, на осыпях, в щебнистых тундрах, на сухих тундровых лугах	22; с/у
Papaveraceae					
181. <i>Papaver alboroseum</i> Hultén	т	BAА	к/г	На щебнисто-глинистых склонах, галечниках, иногда на вулканических шлаках	4; с/у
182. <i>P. microcarpum</i> DC.	т	AA	к/г	На каменистых и остепненных склонах, в сухих тундрах, на приречных галечниках, щебнистых участках близ дорог; в сухой тундре занимает приподнятые глинисто-щебнистые участки, сильно обдуваемые ветром и малоснежные в зимнее время	7; с/у
183. <i>P. miyabeum</i> (Tatew).	т	BA	к/г	На скалах	9; с/у
184. <i>P. nudicaule</i> L.	т	A	к/г	На каменистых склонах, по сухим остепненным участкам, по галечникам рек, склонам и отмелям у берегов рек	36; у
Plantaginaceae					
185. <i>Plantago depressa</i> Willd.	т	A	к/г	На прибрежных песках, галечниках и лужайках, у дорог, в населенных пунктах	10; с/у

Интродукция и акклиматизация

Poaceae					
186. <i>Arundinella anomala</i> Steud.	т	А	к/г	По южным степным каменистым склонам	13; с/у
187. <i>Calamagrostis brachytricha</i> Steud.	т	А	к/г	Сухие каменистые и щебнистые склоны, часто покрытые кустарниковой растительностью или сухими дубовыми или сосновыми лесами, опушки.	51; у
188. <i>C. korotkyi</i> Litv.	т	А	к/г	Каменные россыпи, скалы, каменнобрезняки, высокогорные лужайки на инсолированных каменистых склонах, заросли куст.	13; с/у
189. <i>Cleistogenes hancei</i> Keng	т	ВА	к/г	Южный щебнистый склон	6; с/у
190. <i>Elymus ciliaris</i> (Trin.) Tzvelev	т	А	к/г	Плато на сопке	6; н/у
191. <i>Hystrix coreana</i> (Honda) Ohwi	т	ВА	к/г	Сухие каменистые остепненные или закустаренные склоны, каменистые участки в сухих светлых лесах. Изредка поднимается в подгольцовый пояс	34; у
192. <i>Melica turczaninowiana</i> Ohwi	т	А	м/г	Каменистые склоны и осыпи, кустарники, опушки сухих лесов	14; с/у
193. <i>Spodiopogon sibiricus</i> Trin.	т	А	к/г	По степным каменистым склонам и суходольным лугам	35; у
Polygonaceae					
194. <i>Oxyria digyna</i> (L.) Hill	т	ЕАА	м/г	Сырые тундры, сырые скалы по берегам ручьев, на приречных и приморских галечниках и песках, каменистых склонах	37; у
195. <i>Polygonum jurii</i> A.K. Skvortsov	т	ВА	м/г	Высокогорные лужайки, каменные россыпи	42; у
Primulaceae					
196. <i>Primula farinosa</i> L.	т	ЕА	м/г	Горная тундра, разнотравные луга, скалы	6; с/у
197. <i>P. matthioli</i> ssp. <i>discolor</i> (Vorosch. & Gorovoj) Kovt.	т	э	м/с	На сырых известняковых скалах (преимущественно северной экспозиции) и у подножья скал, на щебнистых участках с богатыми почвами	4; н/у
Ranunculaceae					
198. <i>Anemone narcissiflora</i> subsp. <i>crinita</i> (Juz.) Kitag.	т	э	м/г	Каменистые склоны и скалы, луговые тундры в подгольцовом и гольцовом поясах	14; с/у
199. <i>Aquilegia flabellata</i> Siebold & Zucc.	т	ВА	м/г	Вдоль ручьев, по галечникам, на лугах, полянах, на каменистых обнажениях, известняках	10; с/у
200. <i>A. viridiflora</i> Pall.	т	А	м/г	Суходольные луга, лесные опушки, на каменистых обнажениях, известняках	21; у
201. <i>Clematis alpina</i> subsp. <i>ochotensis</i> (Pall.) Kuntze	л	А	м/сг	Леса, опушки, на каменисто-щебнистых обнажениях	23; у

Интродукция и акклиматизация

202. <i>C. brevicaudata</i> DC.	л	BA	м/г	Опушки. луга. на выходах каменной породы, скалах	61; у
203. <i>C. hexapetala</i> Pall.	л	A	м/г	Суходольные луга, склоны сопок, на каменисто-щебнистых обнажениях, скалы, галечники рек и ручьев	9; с/у
204. <i>C. koreana</i> Kom.	л	BA	м/г	Склоны сопок, опушки, на каменистых обнажениях	56; у
205. <i>C. serratifolia</i> Rehder	л	BA	м/г	Каменисто-щебнистые склоны сопок, галечники рек и ручьев	25; у
206. <i>Pulsatilla dahurica</i> (Fisch. ex DC.) Spreng.	т	A	к/г	Галечники, песчаные гряды, береговые откосы	12; с/у
207. <i>P. sugawarae</i> Miyabe & Tatew.	т	э	к/г	Каменисто-щебнистые осыпи	3; н/у
208. <i>Ranunculus nivalis</i> L.	т	EAA	м/г	В высокогорьях около снежников	2; н/у
209. <i>Thalictrum foetidum</i> L.	т	EA	к/г	Щебнистые склоны, скалы, степи и степные луга	17; у
Rosaceae					
210. <i>Armeniaca mandshurica</i> (Maxim.) Skvorts.	л	BA	к/г	На сухих, каменистых склонах гор небольшими группами или одиночно, часто в дубняках, среди зарослей кустарников	10; с/у
211. <i>Aruncus parvulus</i> Kom.	т	э	м/с	Уступы тенистых влажных, обычно замшелых скал. Приурочен к известнякам	53; у
212. <i>Cerasus glandulosa</i> (Thunb.) Loisel.	к	BA	м/г	Среди кустарников и в разреженных дубняках по сухим, каменистым склонам и высоким террасам рек и озер	69; у
213. <i>Cotoneaster melanocarpus</i> Fisch. ex A.Blytt	к	EA	к/сг	Каменистые степные склоны, сухие светлые леса, скалы в лесном поясе гор; часто на известняках	45; у
214. <i>Pentaphylloides davurica</i> Ikonn.	к	A	к/г	По скалам, каменистым склонам, россыпям	47; у
215. <i>P. mandshurica</i> (Maxim.) Sojak	к	BA	к/г	На сухих известняковых скалах	14; с/у
216. <i>Physocarpus amurensis</i> (Maxim.) Maxim.	к	BA	м/сг	Скалы, осыпи, каменистые склоны, заросли кустарников, в подлеске лесов	66; у
217. <i>P. ribesifolia</i> Kom.	к	A	м/г	Скалы	13; с/у
218. <i>Potentilla ancistrifolia</i> Bunge	т	BA	к/сг	Сухие скалы, каменистые склоны, осыпи, россыпи, под пологом разреженных дубняков. Встречается на известняках, гранитах, алевритах, глинистых сланцах. Тяготеет к прибрежно-морским районам	33; у
219. <i>P. fragarioides</i> L.	т	AA	к/г	Трещины сухих скал, каменистые склоны, суходольные луга, склоны в сухих и освещенных лесах, среди кустарников	20; с/у
220. <i>P. matsumurae</i> Th. Wolf	т	BA	к/г	Скалы, каменистые склоны и осыпи, горные тундры и альпийские лужайки, до 1000 м над ур. м.	8; с/у

Интродукция и акклиматизация

221. <i>P. nivea</i> L.	т	ЕАА	к/г	Скалы, высокогорные лужайки	15; у
222. <i>P. stolonifera</i> Lehm. ex Ledeb.	т	ВА	к/г	Скалы, каменистые и луговые склоны морского берега, суглинистые площадки у горячих источников, обочины дорог, выгоны, у жилья	26; у
223 <i>P. villosa</i> Pall. ex Pursh	т	БАА	к/г	Скалы и каменистые склоны морского берега, сухие тундры на увалах	16; с/у
224. <i>Rosa koreana</i> Kom.	к	ВА	м/сг	Каменные россыпи, скалы, заросли куст.	67; у
225. <i>Rubus komarovii</i> Nakai	пк	А	м/сг	Каменные россыпи, заросли куст.	12; с/у
226. <i>Sanguisorba magnifica</i> I.Schischk. & Kom.	т	э	м/г	Известняковые скалы	67; у
227. <i>Sibbaldia procumbens</i> L.	пкч	ЕАА	м/г	В тундрах, по каменистым, щебнистым склонам, около ручьев, снежников, ледников	10; у
228. <i>Sieversia pusilla</i> (Gaertn.) Hult.	пкч	э	м/г	Лиственничные редколесья, опушки стланиковых зарослей, кустарничковые тундры, нивальные лужайки, каменистые склоны; преимущественно в подгольцовом и гольцовом поясах	3; н/у
229. <i>Sorbaria pallasii</i> (G.Don) Pojark.	пк	А	к/г	Каменистые склоны, скалы и осыпи, галечники; от лесного пояса до горных тундр	22; у
230. <i>Spizaea betulifolia</i> Pall.	к	А	м/сг	Леса, особенно горные, каменистые склоны	67; у
231. <i>S. pubescens</i> Turcz.	к	А	м/г	Скалы, каменистые склоны под пологом светлых лесов, осыпи	2; с/у
232. <i>S. ussuriensis</i> Pojark.	к	А	м/сг	Каменистые склоны, чаще под пологом леса или северной ориентации	65; у
Rubiaceae					
233. <i>Galium platygaliun</i> (Maxim.) Pobed.	т	ВА	к/г	Скалы (в т.ч. карбонатные), каменистые склоны, сухие луга, заросли кустарников, сухие осветленные леса	5; с/у
Salicaceae					
234. <i>Salix berberifolia</i> Pall.	к	А	к/г	В высокогорьях и изредка в верхней полосе лесного пояса в лишайниковых, ерниковых, кустарничковых и моховых тундрах, на каменистых и щебнистых склонах, лужайках, скалах, у ручьев; предпочитает карбонатные породы.	<1; с/у
235. <i>S. reticulata</i> L.	кч	ЕАА	м/г	В тундровой и лесотундровой зонах и высокогорьях в моховых и каменисто-лишайниковых тундрах, на каменистых склонах, скалах, разнотравных лужайках, по замшелым берегам ручьев и в лишайнично-моховых редколесьях, предпочитает карбонатные породы	19; у

Интродукция и акклиматизация

Saxifragaceae					
236. <i>Bergenia crassifolia</i> var. <i>pacifica</i> (Kom.) Kom. ex Nekt.	т	э	м/сг	Каменные россыпи, заросли куст. в лесном и подгольцовом поясах гор	25; у
237. <i>Chrysosplenium flagelliferum</i> F.Schmidt	т	ВА	м/с	Сырые долинные лиственные и смешанные леса, берега рек и ручьев, влажные, часто замшелые, скалы и камни под пологом леса	20; у
238. <i>Saxifraga bronchialis</i> L.	т	АА	к/г	Трещины скал, задернованные участки каменных осыпей	7; у
239. <i>S. bronchialis</i> subsp. <i>spinulosa</i> (Adams)	т	ЕА	к/г	Гипаркто-монтанный вид с широкой экологической амплитудой. Кроме таежной встречается в арктической и лесостепной зонах, в высокогорьях и нижних поясах гор, на сухих скалах, осыпях, открытых щебнистых склонах, в каменистых редколесьях	26; у
240. <i>S. cernua</i> L.	т	ЕАА	м/г	В арктических тундрах и полярных пустынях по болотам и эродированным участкам, на обрывистых склонах; в горах от сухих щебнистых осыпей до болот, но чаще на луговых участках; распространен до самых вершин, включая холодные горные пустыни	10; у
241. <i>S. cherlerioides</i> D. Don	т	ВАА	к/г	Сухие скалы и осыпи от побережья моря до гольцового пояса	7; с/у
242. <i>S. fortunei</i> Hook.	т	ВА	м		12; с/у
243. <i>S. oblongifolia</i> Nakai	т	ВА	м/сг	В подгольцовом поясе – щебнистые открытые склоны с несомкнутым растительным покровом и трещины замшелых скал; в лесном поясе – затененные скалы вдоль рек, в тенистых ущельях	1; н/у
244. <i>S. omolojensis</i> A.P.Khokhr.	т	А	к/г	Каменистые склоны	2; н/у
245. <i>S. punctata</i> L.	т	А	м/г	В северной тайге, южнее — в лесном поясе гор и в высокогорьях по каменистым берегам ручьев и рек, также на влажных осыпях и каменистых полуздернованных склонах.	12; с/у
246. <i>S. purpurascens</i> Kom.	т	э	м/г	Альпийские луга, трещины камней	15; с/у
Scrophulariaceae					
247. <i>Lagotis minor</i> (Willd.) Standl.	т	ЕАА	мк/г	Тундры на склонах, нивальные лужайки	16; с/у
248. <i>Linaria japonica</i> Miq.	т	ВА	к/г	Песчаные пляжи морского побережья	3; с/у
249. <i>Mimulus stolonifer</i> Novopokr.	т	э	м/с	Влажные склоны, оползни, россыпи, галечники в чозениевом лесу	25; у

Интродукция и акклиматизация

250. <i>Pennellianthus frutescens</i> Crosswhite	т	ВА	к/г	По долинам водотоков, на осыпях, обнажениях, скалах, каменистых склонах главным образом в подгольцовом и гольцовом поясах	2; н/у
251. <i>Veronica daurica</i> Steven	т	А	м/г	В степях, на лугах, в смешанных и тополевых лесах, на песчано-каменистых склонах	12; с/у
252. <i>V. olgensis</i> Kom.	т	э		На щебнистых склонах, в дубравах, у моря	34; с/у
253. <i>V. schmidtiana</i> Regel	т	ВА	к/г	На каменистых склонах, по морским песчаным берегам	17; с/у
Urticaceae					
254. <i>Achudemia japonica</i> Maxim.	о	ВА	м/с	Затененные влажные, часто замшелые скалы и каменные россыпи под пологом леса	5; с/у
255. <i>Girardinia septentrionalis</i> Grudz.	о	ВА	м/с	Затененные влажные, часто замшелые скалы и каменные россыпи под пологом леса	2; -
Valerianaceae					
256. <i>Patrinia rupestris</i> (Pall.) Dufr.	т	А	к/г	На каменистых, щебнистых, степных склонах, скалах, в разреженных сосновых и лиственничных лесах	14; с/у
Violaceae					
257. <i>Viola avatschensis</i> W.Becker & Hultén	т	э	к/г	Пепел, щебень	14; с/у
258. <i>V. pacifica</i> Juz.	т	ВА	м/с	Притененные скалы, каменистые и скелетные почвы на склонах под пологом леса, заросли кустарников	17; у
259. <i>V. phalacrocarpa</i> Maxim.	т	ВА	м/г	На сухих открытых, б. ч. каменистых склонах, в разреженных лесах	6; с/у
Vitaceae					
260. <i>Ampelopsis glandulosa</i> var. <i>brevipedunculata</i> (Maxim.) Momiy.	л	ВА	м/сг	Кустарники по берегам реки ручьев, часто окраины каменных россыпей	38; у

Условные обозначения: п – папоротник; т – травянистый многолетник; о – одно-двулетник; дв – двулетник; д – дерево; к – кустарник; пк – полукустарник; кч – кустарничек; пкч – полукустарничек; л – лиана; у – устойчивый; с/у – слабоустойчивый; н/у – неустойчивый; А – Азия; АА – Азия и Америка; ВА – Восточная Азия; ЕА – Европа и Азия; ЕАА – Европа, Азия и Америка; ВАА – Восточная Азия и Америка; э – эндемик; м – мезофит; к – ксерофит; с – сциофит; г – гелиофит; сг – сциогелиофит.

Таким образом, всего испытано 260 таксонов петрофитов (табл. 2). Из них 223 вида и подвида (86%) к настоящему времени выбыло из состава коллекции.

Все выбывшие таксоны можно разделить на 3 группы по длительности жизни в коллекции: 1) меньше 5 лет – 73 вида (33%); 2) от 5 до 20 лет – 103 вида (46%); 3) больше 20 лет – 47 видов (21 %). При этом 46 таксонов из второй и третьей групп являются устойчивыми в наших условиях и размножаются семенами или вегетативно естественно

или искусственно. Их можно рекомендовать для повторной интродукции и более широкого размножения в питомниках для использования в декоративном садоводстве при создании скальных, каменистых садов, альпийских гор. При этом следует учесть опыт культивирования. Например, по данным В.М. Двораковской, микробиота и можжевельники погибли от весеннего иссушения кроны [13]. Но их можно успешно выращивать при условии укрытия от весеннего солнца.

Таблица 2. Число таксонов петрофитов в коллекции

Таксон	Всего испытано	В коллекции в настоящее время	Доля живых от всех испытанных, %
Семейство	50	19	38
Род	146	29	20
Вид или подвид	260	37	14

Согласно сведениям из электронной базы данных лаборатории, из-за естественного старения погибли *Clematis serratifolia*, *Cystopteris sudetica*, *Aster sibiricus*, *Agastache rugosa* и др.; несколько образцов абрикоса вымерзли. Некоторые растения сухих местообитаний у нас выпревают или вымокают, что проявляется как почернение нижней части стебля (*Artemisia glomerata*, *A. insulana*, *A. gmelinii*, *Rhodiola integrifolia*, *R. ishidae*). Некоторые травянистые многолетники не выдержали конкуренции с более агрессивными соседями.

Анализ списка показал, что 95 видов и подвидов (36,5%) устойчивы в условиях Москвы (зона смешанных и широколиственных лесов), 97 видов (37%) слабоустойчивы и 64 вида (25%) неустойчивы. Больше всего устойчивых видов в семействах Cupressaceae, Crassulaceae, Grossulariaceae и Rosaceae. Некоторые петрофиты, устойчивые в данных условиях и растущие уже много лет, тем не менее постепенно выпадают из состава коллекции. Осталось по одной особи следующих видов: *Rhododendron mucronulatum*, *Rosa koreana*, *Cerasus glandulosa*, *Pentaphylloides davurica*, *Sanguisorba magnifica*, *Physocarpus amurensis*, *Rhodiola rosea*, *Sedum ussuriense*. Причины уменьшения числа особей: вытаптывание, старение, угнетение деревьями, выпад после пересадки, выкалывание посетителями.

Многолетние наблюдения показали, что неперспективны в наших условиях растения влажных скал и горных тундр, такие как *Asplenium scolopendrium*, *Polystichum craspedosorum*, *P. lonchitis*, *Polypodium sibiricum*.

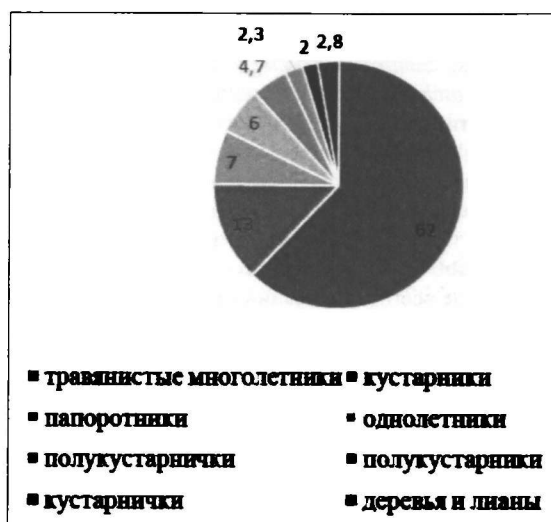


Рис. 1. Жизненные формы интродуцентов

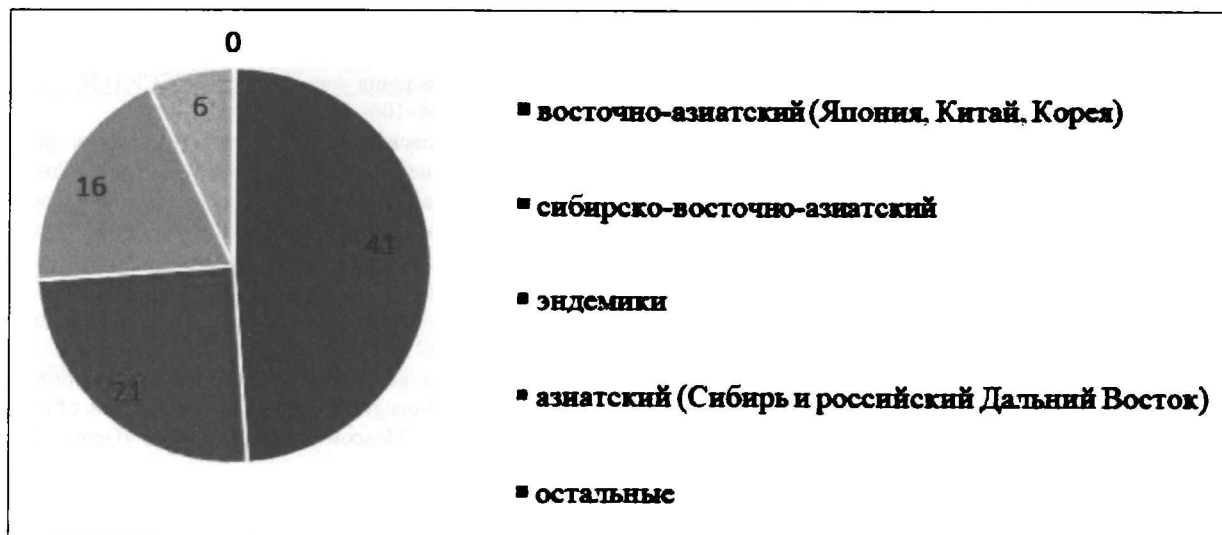


Рис. 2. Ареалы интродуцентов

Achudemia japonica, *Diapensia lapponica* subsp. *obovate*, *Dicentra peregrina*, *Cassiope ericoides*, *Gentiana glauca*, *Girardinia septentrionalis*, *Ledum decumbens*, *Phyllodoce caerulea*, *Primula matthioli* ssp. *discolor*, *P. farinosa*, *Salix berberifolia*, *Saxifraga fortune*, *S. oblongifolia*, *Sieversia pusilla*. Неперспективны одно-двулетники и малолетники, требующие постоянного пересева (*Bidens parviflora*, *Ixeridium dentatum*, *Heteropappus hispidus* var. *villosus*, *Rupiphila tachiroei*, *Saussurea sovietica*). По данным В.М. Двораковской, они плодоносят нерегулярно или их семена вызревают не ежегодно [14]. Также неперспективны однолетники и многолетники, которые у нас не размножаются (*Allium sacculiferum*, *Aquilegia viridiflora*, *Artemisia aurata*, *A. capillaris*, *A. pannosa*, *Arundinella anomala*, *Callistephus chinensis*, *Campanula lasiocarpa*, *Cleistogenes hancei*, *Dendranthema erubescens*, *D. maximowiczii*, *D. nakdongense*, *Draba cardaminiflora*, *Hieracium triste*, *Hypochaeris crepidioides*, *Gagea serotina*, *Pennellianthus frutescens*, *Saxifraga cherlerioides*, *Silene sachalinensis*, *Stellaria eschscholtziana*). Причины отсутствия семенного и вегетативного размножения требуют дальнейшего изучения.

По признаку жизненной формы среди испытанных петрофитов преобладают травянистые многолетники (Рис. 1). В настоящее время половину видов и подвидов петрофитов коллекции составляют кустарники (50 %).

Больше всего в коллекции петрофитов с восточноазиатским ареалом (российский Дальний Восток, Япония, Китай, Корея) - 41 %. Эндемитами разного уровня являются 16 % таксонов (Рис. 2).

Заключение

Проведенный анализ выбывших и живых растений коллекции показал, что за период 1945-2020 гг. испытано 260 видов и подвидов петрофитов, что составляет 22% от всех испытанных в лаборатории видов и подвидов флоры российского Дальнего Востока. Анализ видового состава и устойчивости показал, что нецелесообразно повторять попытки выращивания растений влажных скал и горных тундр. Выращивание их затруднено из-за специфической экологии (произрастание в условиях постоянного увлажнения и хорошего дренажа). Неперспективны одно-двулетники и малолетники, требующие постоянного пересева, а также однолетники и многолетники, которые у нас не размножаются. Насчитывается 46 видов и подвидов петрофитов, которые выбыли из состава коллекции, но устойчивы в наших условиях и возобновляются семенами или вегетативно естественно или искусственно. Их можно рекомендовать для повторного культивирования и более широкого размножения в питомниках.

Список литературы

1. Трулевич Н.В., Алферова З.Р., Виноградова Ю.К., Гутовская Н.И., Двораковская В.М., Костылева Н.В., Кузнецова А.Г., Павлова И.В., Шатко В.Г., Швецов А.Н.

Ботанико-географические экспозиции растений природной флоры. М.: Геос. 2007. 226 с.

2. Сосудистые растения советского Дальнего Востока. СПб.: Наука. 1985-1996. Т. 1-8

3. Кудрин С.Г., Якубов В.В. Флора Хинганго-Архаринского заказника (Амурская область) // Комаровские чтения. 2013. Вып. LXI. С. 50-80

4. Прокопенко С.В. Флора полуострова Трудный (город Находка и окрестности) // Комаровские чтения. 2014. Вып. LXII. С. 106-228

5. Прокопенко С.В. Особенности флористического состава сообществ кобрезии нителистной (*Kobresia filifolia* (Turcz.) Clarke) в Приморском крае // Комаровские чтения DOI: 10.25221/kl.65.8 2017 Вып. LXV. С. 119-162.

6. Баркалов В.Ю., Колдаева М.Н., Корзников К.А., Таран А.А. Сосудистые растения памятника природы «Гора Вайда» (Сахалин) // Комаровские чтения. 2019. Вып. LXVII. С. 14-53.

7. Колдаева М.Н. Таксономический состав и географический анализ флоры скальных местообитаний южного Приморья // Комаровские чтения. 2007. Вып. LIV. С. 115-193.

8. Шлотгауэр С.Д. Растительный мир субокеанических высокогорий. М., 1990. 224 с.

9. Прокопенко С.В. Таксономический состав и анализ высокогорной флоры южного Сихоте-Алия // Комаровские чтения. 2011. Вып. LVIII. С. 37-131.

10. Двораковская В.М. Папоротники Дальнего Востока в ГБС РАН. // Бюллетень ГБС РАН 2014. Вып. 3. С. 3-8.

11. Растения природной флоры Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук. 65 лет интродукции. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2013. 657 с.

12. Трулевич Н.В. Эколого-фитоценологические основы интродукции растений. М.: Наука. 1991. 216 с.

13. Двораковская В.М. Опыт интродукции деревьев и кустарников на экспозиции флоры Дальнего Востока в Главном ботаническом саду // Проблемы современной дендрологии. Матер. межд. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения член-корр. АН СССР П.И. Лапина. М., 2009. С. 104-106

14. Двораковская В.М. Итоги интродукции редких растений Дальнего Востока в условиях Москвы // Роль ботанических садов и охраняемых природных территорий в изучении и сохранении разнообразия растений и грибов. Материалы всерос. науч. конф. Ярославль. 2011. С. 60-62.

References

1. Botaniko-geograficheskie ekspozicii rastenii prirodnoi flory [Botanical-geographical expositions of plants of natural flora]. M.: Geos [Moscow: Publishing house «Geos»]. 2007. 225 p.

2. Sosudistye rasteniya sovetского Dal'nego Vostoka [Vascular plants of the Soviet Far East]. St. Petersburg: Nauka [St. Petersburg: Publishing house «Science»]. 1985-1996. Vol. 1-8.

3. Kudrin S.G., Jakubov V.V. Flora Hingano-Arharinskogo zakaznika (Amurskaja oblast') [Flora of the Khingan-Arkharin Nature Reserve (Amur Region)]. Komarovskie chteniya [Komarov readings]. 2013. Iss. LXI. p. 50–80.

4. Prokopenko S.V. Flora poluostrova Trudnyi (gorod Nahodka i okrestnosti) [Flora of the Difficult Peninsula (Nakhodka city and surroundings)]. Komarovskie chteniya [Komarov readings]. 2014. Iss. LXII. p. 106–228.

5. Prokopenko S.V. Osobennosti floristicheskogo sostava soobshchestv kobrezii nitelistnoi (Kobresia filifolia (Turcz.) Clarke) v Primorskom krae [Features of the floristic composition of the filamentous kobresia (Kobresia filifolia (Turcz.) Clarke) communities in the Primorsky Territory]. Komarovskie chteniya [Komarov readings]. 2017. Iss. LXV. p. 119–162. DOI: 10.25221 / kl.65.8

6. Barkalov V.U., Koldaeva M.N., Korznikov K.A., Taran A.A. Sosudistye rasteniya pamyatnika prirody «Gora Vajda» (Sahalin) [Vascular plants of the nature monument «Mount Wajda» (Sakhalin)]. Komarovskie chteniya [Komarov readings]. 2019. Iss. LXVII. p. 14–53.

7. Koldaeva M.N. Taksonomicheskii sostav i geograficheskii analiz flory skal'nykh mestoobitanii yuzhnogo Primor'ya [The taxonomic composition and geographical analysis of the rock habitat flora of southern Primorye]. Komarovskie chteniya [Komarov readings]. 2007. Iss. LIV. p. 115–193.

8. Shlotgauer S.D. Rastitel'nyi mir subokeanicheskikh vysokogor'ii [Plant world of suboceanic highlands]. M., Nauka [Moscow: Publishing house «Science»]. 1990. 224 p.

9. Prokopenko S.V. Taksonomicheskii sostav i analiz vysokogornoi flory yuzhnogo Sihote-Alinya [The taxonomic composition and analysis of the alpine flora of southern Sikhote-Alin]. Komarovskie chteniya [Komarov readings]. 2011. Vol. LVIII. p. 37–131

10. Dvorakovskaya V.M. Paprotniki Dal'nego Vostoka v GBS RAN. [Ferns of the Far East in the MBG]. Byul. Gl.

Botan. Sada. [Bulletin of Main Botanical Garden]. 2014. Iss. 3. P. 3–8.

11. Rasteniya prirodnoi flory Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Cicina Rossiiskoi akademii nauk. 65 let introdukcii. Otv. redaktor A.S. Demidov. Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe uchrezhdenie nauki Glavnyi botanicheskii sad im. N.V. Cicina RAN [Plants of Native Flora of the Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of the Russian Academy of Sciences: 65 years of introduction / Ed by A.S. Demidov. Federal State Budgetary Institution for Science Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin RAS]. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK [Moscow: KMK Scientific Press Ltd.]. 2013. 657 p.

12. Trulevich N.V. Ekologo-fitocenoticheskie osnovy introdukcii rastenii. [Ecological - phytocenological foundations of plant introduction]. M.: Nauka [Moscow: Publishing house «Nauka»]. 1991. 216 p.

13. Dvorakovskaya V.M. Opyt introdukcii derev'ev i kustarnikov na ekspozicii flory Dal'nego Vostoka v Glavnom botanicheskom sadu [The experience of introducing trees and shrubs at the exposition of the flora of the Far East in the Main Botanical Garden]. Problemy sovremennoi dendrologii. Mater. mezhd. nauch. konf., posvyashh. 100-letiyu so dnya rozhdeniya chlen-korr. AN SSSR P.I. Lapina [Problems of modern dendrology. Mater. Int. scientific Conf. Corresponding Member of the 100th Birthday USSR Academy of Sciences P.I. Lapina]. Moscow, 2009. p. 104–106.

14. Dvorakovskaya V.M. Itogi introdukcii redkikh rastenii Dal'nego Vostoka v usloviyakh Moskvy [Results of the introduction of rare plants of the Far East in Moscow]. Rol' botanicheskikh sadov i ohranyaemykh prirodnykh territorii v izuchenii i sokhranении raznoobraziya rastenii i gribov. Materialy vsenos. nauch. konf. [The role of botanical gardens and protected natural areas in the study and conservation of the diversity of plants and mushrooms. Materials scientific conf.]. Yaroslavl, 2011. P. 60–62.

Информация об авторе

Ершова Анна Анатольевна, мл.н.с.

E-mail: ershova.ann@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН
127276 Российская Федерация, Москва, Ботаническая ул., д. 4

Information about the author

Ershova Anna Anatolievna, Junior Researcher

E-mail: ershova.ann@mail.ru

Federal State Budgetary Institution of Science Tsitsin Main Botanical Garden, Russian Academy of Sciences
127276 Russian Federation Moscow, Botanicheskaya st., 4

Интродукция и акклиматизация

Д.Г. Федорова

канд. биол. наук, ст.н.с.

E-mail: Daryaorlova24@rambler.ru

Н.М. Назарова

мл.н.с.

ФГБОУВО «Оренбургский государственный университет», Ботанический сад

Министерство науки и высшего образования РФ

Оренбург, Российская Федерация

Интродукционная деятельность и коллекция древесно-кустарниковых растений ботанического сада Оренбургского государственного университета

Ботанический сад Оренбургского государственного университета – важный объект, деятельность которого направлена на сохранение генофонда растений, а также обогащение флористического состава региона интродуцированными видами. В рамках данной статьи описаны основные направления деятельности Ботанического сада, как образовательного, научно-исследовательского, природоохранного учреждения. Дано описание коллекционного фонда интродуцированных растений открытого грунта по данным инвентаризационного обследования в 2020 году. Приведены результаты работы по созданию, сохранению и расширению дендрологической коллекции Ботанического сада Оренбургского государственного университета принципы и методы ее формирования, количественные и качественные показатели. Дендрологическая коллекция ботанического сада включает 252 таксона из различных флор мира.

Ключевые слова: интродукция, коллекционный фонд, Ботанический сад Оренбургского государственного университета, дендрологическая коллекция, этапы формирования коллекций.

D.G. Fedorova

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: Daryaorlova24@rambler.ru

N.M. Nazarova

Junior Researcher

Orenburg state University, Botanical garden

Ministry of Science and Higher Education of the

Russian Federation

Orenburg, Russian Federation

Introduction activity and collection of tree and shrub plants of the Botanical Garden Orenburg State University

The Botanical garden of Orenburg state University is an important object whose activities are aimed at preserving the plant gene pool, as well as enriching the floristic composition of the region with introduct species. This article describes the main activities of the Botanical garden as an educational, research, and environmental institution. The description of the collection Fund of introduced plants of open ground according to the inventory survey in 2020 is given. The article presents the results of the creation, preservation and expansion of the dendrological collection, principles and methods of its formation, quantitative and qualitative indicators. The collection of the Botanical garden includes 252 taxa from the various floras of the world.

Keywords: introduction, collection fund, Botanical garden of Orenburg state university, dendrological collection, stages of collection formation.

DOI: 10.25791/BBGRAN.04.2021.1096

Введение

Первые попытки создания подобия ботанических садов предпринимались в период средневековой Европы. В то время начинают закладываться «Аптекарские огороды», в которых главные коллекции были представлены в основном лекарственными растениями. Позже, в связи со стремительным развитием ботаники как науки, основные задачи и функции таких садов претерпевают изменения, все больше начинает использоваться систематический принцип при формировании коллекций [1, 2]. Очевидно, что ботанические сады уже с древних времен играют

важную роль в исследованиях растений и разработке путей их использования, а также селекции.

В Оренбургской области становление целенаправленной интродукционной деятельности можно приурочить к созданию Оренбургского отдела Императорского Российского общества садоводов в 1887 году, на базе которого функционировала акклиматизационная станция. Благодаря дальнейшей интенсивной работе интродукторов некоторые декоративные деревья и кустарники успешно адаптированы в парках и дворах Оренбурга. Согласно исследованиям, проведенным ранее, на территории г. Оренбурга выявлен 61 таксон интродуцированных растений [3].

Интродукция и акклиматизация

В современном мире ботанические сады, располагающие масштабными коллекциями растительных организмов, начинают уделять огромное внимание решению вопросов в области охраны природы и экологических проблем [4]. Создание коллекционных фондов имеет большое значение и вносит свой вклад в охрану биоразнообразия растений. Эта стратегия деятельности ботанических садов соответствует Конвенции о сохранении биологического разнообразия – Convention on Biological Diversity (CBD), принятой на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в 1992 г. в Рио-де-Жанейро [5].

Цель работы – описать основные аспекты интродукционной деятельности и проанализировать таксономический состав коллекционного фонда древесно-кустарниковых растений открытого грунта Ботанического сада ОГУ (БС ОГУ).

Материалы и методика

Объект исследования – коллекционный фонд Ботанического сада ОГУ

История создания Ботанического сада ОГУ включает три основных периода:

1. Приказ о создании Ботанического сада был подписан ректором ОГУ в 1997 году, однако закладка его была осуществлена только в 2006 г. Изначально под ботанический сад была выделена небольшая территория площадью всего в 2,5 га, где Ботанический сад просуществовал до 2010 г.

2. В 2010 году, с целью дальнейшего развития ботанического сада, принимается решение о его расширении за счет освоения новой территории площадью в 23 га. В

это время начинается подготовка проектов планирования и межевания, согласовывается размещение водяных скважин, устанавливается ограждение, а также делается почвенное и геоботаническое картирование территории.

3. В 2014 году, согласно указаниям ректора, начинается перенос «малого» ботанического сада на новую территорию (Рис.). Переезд полностью закончен в течение одного вегетационного сезона. На сегодняшний день освоено около 65% территории Ботанического сада. Географические координаты БС ОГУ: 51°49'00.3873" северной широты, 55°07'17.1929" восточной долготы.

Почвенный покров территории Ботанического сада по результатам проведенных исследований почвоведом ОГУ, представлен типичным южным черноземом, с достаточно благоприятным для возделывания растений физическим составом [6]. Фитотоксичность почв (по оценке на тест-культурах) незначительна, или полностью отсутствует [7].

Ограничивающие климатические факторы: сухое и жаркое лето с засухами и суровая зима с незначительным количеством осадков в морозные периоды.

Материалом для систематизации и обобщения данных по таксономическому составу послужили ежегодные результаты инвентаризации растений коллекционного фонда. В работе используются новые и частично опубликованные ранее данные [8–11].

Результаты и обсуждение

За время функционирования Ботанического сада ОГУ он стал одним из главных пунктов интродукции растений в Оренбуржье. В деятельности подразделения



Рис. Ботанический сад Оренбургского государственного университета (вид сверху)

находят отражение три ведущих направления – научно-исследовательское, природоохранное, просветительское. Два первых и основных направления подчиняются курсу, который был определен Советом ботанических садов России.

Научно-исследовательские работы в области изучения растений научными сотрудниками БС ОГУ ведутся в рамках зарегистрированных тем в Единой государственной информационной системе учета (ЕГИСУ НИ-ОКТР): 1. «Интродукция растений и изучение их адаптационного потенциала в условиях города Оренбурга (на базе Ботанического сада ОГУ)» – регистрационный номер АААА-А20-120110290040-6; 2. «Изучение биотопа городских насаждений методами фитоиндикации и фитопатологии (на примере г. Оренбурга)» – регистрационный номер АААА-А20-120110290039-0.

Основные и наиболее важные итоги научной деятельности отражаются в многочисленных публикациях сотрудников ботанического сада. Только за период 2016-2020 гг. опубликовано 46 научных статей, из которых 2 работы опубликованы в журналах, индексируемых в базе данных Scopus и Web of science, 11 работ – в журналах из списка ВАК РФ. В этот же период научными сотрудниками сада в соавторстве написано 1 учебное пособие («Основы ландшафтоведения и почвенно-ландшафтное проектирование») и 1 справочник («Болезни и вредители древесно-кустарниковых растений г. Оренбурга»).

Так как сад еще довольно молодой, то основное внимание уделяется накоплению ботанических коллекций и созданию флористических экспозиций. Для их нормального функционирования необходимо непрерывно проводить работу по привлечению растительного материала. В первую очередь коллекционный фонд пополняется за счет взаимного обмена семенным и посадочным материалом с другими ботаническими садами России и зарубежья. В рамках этого обмена ежегодно, начиная с 2018 года, научными сотрудникам создается Index Seminum или список семян (делектус), предлагаемых для обмена. В 2018 году сформирован первый выпуск делектуса Ботанического сада ОГУ, который включает в себя 55 таксонов растений. В конце 2019 года был составлен делектус №2, который включал список семян 94 образцов растений. По данному делектусу в 2020 году поступили заказы из 15 организаций (ботанические сады, ботанические сады-институты, дендрарии, питомники), в которые отправлены семена 63 таксонов древесно-кустарниковых и травянистых растений. Делектус ботанического сада за 2020-2021 гг. (выпуск №3) содержит 114 наименований (20 семейств растений).

Одной из наиболее важных задач функционирования ботанического сада является сохранение биологического разнообразия редких и исчезающих видов растений. В коллекции ботанического сада ОГУ произрастают виды, включенные в Красные книги разного уровня: из списка Красной книги России – *Cotoneaster lucidus* Schldtl., *Taxus baccata* L., *Armeniaca mandshurica* Maxim., *Allium gunibicum* Misch. ex Crossh., *Belamcanda chiensis* (L.) DC; из списка краснокнижных растений Оренбургской

области – *Allium obliquum* L., *Euonymus verrucosus* Scop., *Sedum hybridum* L., *Iris pseudacorus* L., *Crataegus ambigua* C.A. Mey ex A.K. Becker; из списков Красных книг других регионов РФ – *Phellodendron amurense* Rupr. (Красная книга Амурской области); *Amygdalus nana* L. (Красные книги Тульской, Рязанской и Липецкой областей); *Larix sibirica* Ledeb. (Красная книга Курганской области); *Tilia cordata* Mill. (Красная книга Новосибирской области). Также на территории БС ОГУ в коллекции хвойных растений произрастает реликтовый вид – *Ginkgo biloba* L., а в коллекции боярышников один вид-эндемик Поволжья – *Crataegus volgensis* Pojark.

Неотъемлемым направлением деятельности Ботанического сада ОГУ является просветительская работа. На протяжении всех лет существования сада научные сотрудники проводят экскурсии, читают лекции для разных возрастных групп, консультируют население города по различным ботаническим вопросам. Не менее важной формой просветительской и образовательной деятельности сада является издание в 2020 году справочника по определению болезней и вредителей древесно-кустарниковых растений г. Оренбурга [12].

Коллекционный фонд ботанического сада формирует параллельно с трансформацией его территории. Этот процесс делится на следующие этапы:

1. Создание базовых коллекций и формирование на их основе экспозиций. Отдельные коллекции формируются по нескольким основным признакам:

- систематический признак (сирингарий, кониферетум, розарий, пионарий и др.);
- жизненная форма (коллекции деревьев и кустарников, коллекция травянистых растений);
- географическая принадлежность (участок Североамериканской флоры).

Всего на территории ботанического сада на сегодняшний день функционируют 14 основных коллекций открытого грунта: дендрарий, кониферетум, фрутицетум, сирингарий, иридарий, розарий, коллекция декоративных рябин и боярышников, коллекция декоративных яблонь, лилиенарий, пионарий, коллекция лекарственных трав, аллярий, коллекция Североамериканской флоры, коллекция почвопокровных трав.

2. На следующем этапе происходит дополнение коллекций с целью расширения периода декоративности экспозиций и создания фона для базовых коллекций.

3. Параллельно со вторым начинается третий этап – интродукционные испытания. В исследованиях основными объектами являются интродуцированные растения. Ежегодный научный мониторинг включает ряд обязательных работ. В начале вегетационного сезона оценивается степень повреждения растений низкими зимними температурами [13]. В течение всего периода вегетации ведутся фенологические наблюдения, как правило, 2-3 раза в неделю [4]. Для растений, достигших генеративной фазы развития, проводится оценка таких показателей как цветение, плодоношение, семеношение. При этом время проведения

Интродукция и акклиматизация

и методика выбирается индивидуально для той или иной систематической группы растений.

В конце вегетационного периода, на основе интегральной шкалы оценки жизнеспособности, проводится анализ устойчивости интродукта и перспективность его интродукции в новых условиях. Сотрудниками Ботанического сада ОГУ проводится работа в области модификации методики оценки жизнеспособности с учетом лимитирующих факторов климата Оренбуржья. Все полученные данные интродукционных исследований заносят в индивидуальную карточку образца.

Ежегодно в конце вегетационного сезона проводится инвентаризация растений на всех коллекционных участках.

По итогам инвентаризации, проведенной научными сотрудниками ботанического сада ОГУ в 2020 году, в коллекционном фонде насчитывается 417 таксонов интродуцированных сосудистых растений, произрастающих в открытом грунте. По сравнению с данными инвентаризации от 2018 года [10], коллекционный фонд увеличился на 4,3 %. Учет таксонов в коллекционном фонде производится по принципу переноса интродуцированного

растения в базовую коллекцию открытого грунта. Таксоны, которые произрастают в посевном отделении или на участке доращивания, в состав коллекционного фонда не включаются.

На надвидовом уровне все таксоны коллекционного фонда относятся к 2 отделам (Pinophyta и Magnoliophyta), 34 семействам и 59 родам. Отдел Покрытосеменные значительно преобладает над Голосеменными и насчитывает 368 таксонов.

Древесно-кустарниковые растения коллекционного фонда составляют две основные группы: хвойные – 49 таксонов, лиственные деревья и кустарники – 203. Хвойные представлены 4 семействами, лиственные – 23 семействами. Среди всей дендрофлоры БС ОГУ наиболее многочисленным является семейство Rosaceae Juss., представленное 88 таксонами. Второе по численности семейство – Oleaceae Hoffmans & Link. – 67 таксонов. Среди хвойных по численности выделяется семейство Cupressaceae Bartl. – 32 таксона. Пятерку крупнейших по численности родов дендрофлоры БС ОГУ представляют: род *Syringa* L. (67 таксонов), *Malus* Mill. (29), *Sorbus* L. (19), *Juniperus* L. (19), *Crataegus* L. (15) (табл.).

Таблица. Состав коллекционного фонда древесно-кустарниковых растений открытого грунта Ботанического сада ОГУ

Семейство	Род	Количество таксонов
1. Cupressaceae Bartl.	<i>Chamaecyparis</i> Spach.	2
	<i>Juniperus</i> L.	19
	<i>Microbiota</i> Kom.	1
	<i>Platycladus</i> Spach	1
	<i>Thuia</i> L.	9
2. Ginkgoaceae Engl.	<i>Ginkgo</i> L.	1
3. Pinaceae Lindl.	<i>Abies</i> Mill.	1
	<i>Larix</i> Mill.	1
	<i>Picea</i> A. Dietr.	5
	<i>Pinus</i> L.	7
	<i>Pseudotsuga</i> Carr.	1
4. Taxaceae S.F.Gray	<i>Taxus</i> L.	1
5. Anacardiaceae R. Br.	<i>Cotinus</i> Mill.	1
6. Aceraceae Dumort.	<i>Acer</i> L.	6
7. Berberidaceae Juss.	<i>Mahonia</i> Nutt.	1
	<i>Berberis</i> L.	2
8. Betulaceae Gray.	<i>Betula</i> L.	1
9. Bignoniaceae Juss.	<i>Catalpa</i> Scop.	1
10. Celastraceae R. Br.	<i>Euonymus</i> L.	2
11. Caprifoliaceae Juss.	<i>Symphoricarpos</i> Dill. ex Juss	1
12. Cornaceae Bercht. & J. Presl.	<i>Swida</i> Opiz.	2
13. Elaeagnaceae Adans.	<i>Shepherdia</i> Nutt.	1
	<i>Elaeagnus</i> L.	1
14. Euphorbiaceae Juss.	<i>Flueggea</i> Willd.	1
15. Fabaceae Lindl.	<i>Robinia</i> L.	1
	<i>Amorpha</i> L.	1

Интродукция и акклиматизация

16. Fagaceae Dumort.	<i>Quercus</i> L.	1
17. Hippocastanaceae Burnett.	<i>Aesculus</i> L.	1
18. Hydrangeaceae Dumort.	<i>Hydrangea</i> L.	6
	<i>Philadelphus</i> L.	5
19. Juglandaceae DC. ex Perleb.	<i>Juglans</i> L.	3
20. Malvaceae Juss.	<i>Tilia</i> L.	1
21. Moraceae Gaudich.	<i>Morus</i> L.	1
22. Oleaceae Hoffmans & Link.	<i>Syringa</i> L.	67
23. Rosaceae Juss.	<i>Armeniaca</i> Mill.	1
	<i>Aronia</i> Medik.	1
	<i>Cerasus</i> Mill.	2
	<i>Chaenomeles</i> Lindl.	1
	<i>Cotoneaster</i> Medik.	2
	<i>Crataegus</i> L.	15
	<i>Malus</i> Mill.	29
	<i>Physocarpus</i>	2
	<i>Potentilla</i> L.	1
	<i>Prunus</i> L.	1
	<i>Rosa</i> L.	8
	<i>Spiraea</i> L.	5
	<i>Sorbaria</i> A. Braun.	1
	<i>Sorbus</i> L.	19
24. Rutaceae Juss.	<i>Phellodendron</i> Schott.	1
25. Salicaceae Mirb.	<i>Salix</i> L.	5
26. Simaroubaceae DC.	<i>Ailanthus</i> Desf.	1
27. Tamaricaceae Link.	<i>Tamarix</i> L.	1

Древесно-кустарниковые растения БС ОГУ разнообразны по своей принадлежности к естественному ареалу обитания. Все таксоны дендрофлоры относятся к 8 географическим группам: североамериканские, дальневосточные, европейские, азиатские, восточноазиатские (японо-китайские), евроазиатские, сибирские и растения с мультиконтинентальным естественным ареалом. Наиболее многочисленной оказалась группа растений, происхождение которых связано с Северной Америкой – 27 % от всех таксонов древесно-кустарниковых растений сада. Следующими по численности группами являются виды с мультиконтинентальным ареалом – 21 % и восточноазиатские виды – 18 %. Группы европейских и европейско-азиатских растений занимают четвертое место по численности; на каждую из этих групп приходится по 11 % от общего числа таксонов дендрофлоры. На группы азиатских и дальневосточных растений приходится по 7% и 4.5% соответственно. Наименьшее число интродуцентов в коллекции БС ОГУ (всего 0.5 %) имеют сибирское происхождение.

Фитопатологический анализ растений Ботанического сада позволил выявить основных патогенов и насекомых, поражающих растения: *Fusarium* Link., *Podosphaera pannosa* (Wallr) de Bary, *Parthenolecanium fletcheri* Ckll., *Cynips quercusfolii* L., *Xanthogaleruca luteola* Miill.,

Aphidoidea Latreille [9]. Наиболее существенные повреждения насекомые-филлофаги наносят таким растениям как: *Ulmus parvifolia* Jacq., *Quercus robur* L. и *Quercus mongolica* Fisch. Tx Ledeb. Вред, наносимый растениям при поражении фитопатогенами, оказался незначительным, и не повлиял на нормальную жизнедеятельность растения.

Выводы

Таким образом, в коллекционный фонд ботанического сада Оренбургского государственного университета включены представители 34 семейств, 59 родов, 417 таксонов. По количеству представленных в коллекции таксонов лидирует семейство Rosaceae Juss. По историческому происхождению наиболее многочисленной оказалась группа растений Северной Америки. Генофонд коллекции регулярно пополняется новыми таксонами, выращиваемыми, главным образом, из семян, полученных из ботанических садов России и Европы.

Основные научные исследования, проводимые сотрудниками БС ОГУ, направлены на изучение прохождения растениями интродукционных испытаний в новых климатических условиях, с целью дальнейшей фитооптимизации урболандшафтов Оренбуржья.

Список литературы

1. Лобин В., фон ден Дриш М., Бартлотт В. Ботанические сады и биоразнообразие // Ботанические сады и сохранение биологического разнообразия. Обмен опытом: докл. семинара 23–28 мая 1999 г. Грузия. Бонн, 2001. С. 27–39.
2. Соколов М.П. Ботанические сады. Основа их устройства и планировка / М.П. Соколов – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1959, 200 с.
3. Ковердяева И. В. Биологические особенности древесных растений-экзотов в условиях степной зоны Приуралья: на примере г. Оренбурга: Дисс...канд. биол. наук. ОГАУ. Оренбург, 2006. – С. 15–37.
4. Лапин П. И. Интродукция лесных пород / П. И. Лапин, К. К. Калущкий, О. Н. Калущкая. – М.: Лесн. пром-ть, 1979. 224 с.
5. Грёгер А. Конвенция о биологическом разнообразии и ботанические сады // Ботанические сады и сохранение биологического разнообразия. Докл. Семинара (Грузия, 23-28 мая 1999 г.) – Бонн: Федеральное в-во по охране природы, 2001. – С.40-64
6. Елисеева М.В. Морфология и структурно-агрегатное состояние почв Ботанического сада Оренбургского государственного университета / М.В. Елисеева, Л.В. Галактионова, С.Б. Воропаев, С.А. Елисеев, А.Г. Кусмукхамбетова, А.И. Калабкина, З.И. Зайнагабдинова // Вестн. Оренбургского гос. ун-та. Оренбург, 2013. Вып. 10. С. 257–260.
7. Елисеева М.В. Фитотоксичность почв ботанического сада Оренбургского государственного университета / М.В. Елисеева, Б.С. Укенов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Матер. Всеросс. научно-метод. конф. Оренбург, 2016. С. 1316–1320.
8. Назарова, Н.М. Анализ фитопатологического состояния растений-интродуцентов Ботанического сада Оренбургского государственного университета / Н.М. Назарова, Ю.Ф. Кухлевская, Д.Г. Федорова, Е.В. Пикалова, С.Н. Боженов // Экосистемы. – Симферополь: ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», 2019. №20. С. 219–228.
9. Укенов Б.С. Основы ландшафтоведения и почвенно-ландшафтное проектирование [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / Б.С. Укенов, Д.Г. Федорова, Ю.П. Верхошенцева; М-во науки и высш. образования РФ. ФГБОУВО «Оренбург. гос. ун-т». Оренбург: ОГУ. 2020. 184 с.
10. Федорова Д.Г. Таксономический состав коллекционного фонда ботанического сада Оренбургского государственного университета: итоги первого десятилетия / Д. Г. Федорова, Н. М. Назарова // Экология и география растений и растительных сообществ: Матер. IV Межд. научн. конф. Екатеринбург: Автономная некоммерческая организация высшего образования «Гуманитарный университет», 2018. С. 977–980.
11. Федорова Д.Г. Особенности формирования ландшафтных композиций с использованием

растений-интродуцентов в условиях сухостепной зоны Оренбуржья (на примере ботанического сада ОГУ) / Д.Г. Федорова, Н.М. Назарова, Ю.Ф. Кухлевская, М.А. Сулимова, В.А. Новиков // Сфера знаний: научное взаимодействие в рамках образовательного процесса: Матер. Межд. научно-практ. мероприятий Общества Науки и Творчества (г. Казань) за декабрь 2018 года / Под общ. ред. С. В. Кузьмина. Казань, 2018. С. 350–357

12. Болезни и вредители древесно-кустарниковых растений города Оренбурга [Электронный ресурс]: Справочник / Д.Г. Федорова [и др.]; под ред. Д.Г. Федоровой. Оренбург: ОГУ. 2020. 85 с.

13. Лапин П.И. Интродукция древесных растений в средней полосе Европейской части СССР. Научные основы, методы и результаты / П.И. Лапин. – Л.: ВИР. 1974. 115 с.

References

1. Lobin V., fon den Drish M., Bartlott V. Botanicheskie sady i bioraznoobrazie [Botanical gardens and biodiversity] // Botanicheskie sady i sokhranenie biologicheskogo raznoobraziya. Obmen opytom: dokl. seminar 23-28 maya 1999 g. [Botanical gardens and conservation of biological diversity. Exchange of experience: lecturer. workshop on May 23-28, 1999] Gruzija. Bonn, 2001. P. 27–39.
2. Sokolov M.P. Botanicheskie sady. Osnova ikh ustroystva i planirovka [Botanical gardens. The basis of their structure and layout] / M.P. Sokolov – M.; L.: Izd-vo AN SSSR, 1959, 200 p.
3. Koverdyeva I.V. Biologicheskie osobennosti drevesnykh rastenii-chkzotov v usloviyakh stepnoi zony Priural'ya: na primere g. Orenburga [Biological characteristics of woody exotic plants in the steppe zone of the Urals: on the example of the city of Orenburg]: Diss...kand. biol. nauk [Diss ... cand. biol. sciences]. OGAU. Orenburg, 2006. P. 15–37.
4. Lapin P.I. Introduktsiya lesnykh porod [Introduction of forest species] / P.I. Lapin, K. K. Kalutskii, O. N. Kalutskaya. M.: Lesn. prom-t', 1979. 224 p.
5. Gröger A. Konventsiya o biologicheskom aznoobrazii i botanicheskie sady [Convention on Biological Diversity and Botanical Gardens] // Botanicheskie sady i sokhranenie biologicheskogo raznoobraziya. Dokl. Seminar (Gruzija, 23-28 maya 1999 g.) [Botanical Gardens and Conservation of Biological Diversity, Dokl. Seminar (Georgia, May 23-28, 1999)]. Bonn: Federal'noe v-vo po okhrane prirody [Bonn: Federal Agency for Nature Protection]. 2001. P. 40–64.
6. Eliseeva M.V. Morfologiya i strukturno-agregatnoe sostoyanie pochv Botanicheskogo sada Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Morphology and structural-aggregate state of soils in the Botanical Garden of Orenburg State University] / M.V. Eliseeva, L.V. Galaktionova, S.B. Voropaev, S.A. Eliseev, A.G. Kusmukhambetova, A.I. Kalabkina, Z.I. Zaianagabdinova // Vestnik Orenburgskogo Gosudarstvennogo Universiteta [Vestn. Orenburg state univ.]. Orenburg, 2013. V. 10. P. 257–260.

7. Eliseeva M.V. Fitotoksichnost' pochv botanicheskogo sada Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Phytotoxicity of soils in the Botanical Garden of Orenburg State University] / M.V. Eliseeva, B.S. Ukenov // Universitetskii kompleks kak regional'nyi tsentr obrazovaniya, nauki i kul'tury. Materialy Vserossiiskoi nauchno-metodicheskoi konferentsii [University complex as a regional center of education, science and culture. Mater. All-Russian, scientific method. conf.] Orenburg, 2016. P. 1316–1320.

8. Nazarova N.M. Analiz fitopatologicheskogo sostoyaniya rastenii-introdutsentov Botanicheskogo sada Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Analysis of the phytopathological state of introduced plants of the Botanical Garden of the Orenburg State University] / N. M. Nazarova, YU. F. Kukhlevskaya, D. G. Fedorova, E. V. Pikalova, S. N. Bozhenov // Ekhosistemy. Simferopol': FGOU VO «Krymskii federal'nyi universitet im. V. I. Vernadskogo». [Ecosystems. Simferopol: Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky». 2019. №20. P. 219–228.

9. Ukenov B.S. Osnovy landshaftovedeniya i pochveno-landshaftnoe proektirovanie [Elektronnyi resurs]: uchebn. posobie [Fundamentals of landscape science and soil landscape design [Electronic resource]: Textbook. allowance] / B.S. Ukenov, D.G. Fedorova, YU.P. Verkhoshentseva; M-vo nauki i vyssh. obrazovaniya Ros. Federatsii, Feder. gos. byudzh. obrazov. uchrezhdenie vyssh. obrazovaniya «Orenburg. gos. un-t» [Ministry of Science and Higher education of the Russian Federation, FGBOUVO «Orenburg. state un-t»]. Orenburg: OGU. 2020. 184 p.

10. Fedorova D.G. Taksonomicheskii sostav kollektsionnogo fonda botanicheskogo sada Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta: itogi pervogo desyatiletiya [Taxonomic composition of the collection fund of the botanical garden of the Orenburg State University: results of the first decade] / D.

G. Fedorova, N. M. Nazarova // Ekhologiya i geografiya rastenii i rastitel'nykh soobshchestv: Materialy IV Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii [Ecology and geography of plants and plant communities: Mater. IV Int. scientific. conf.]. Ekaterinburg: Avtonomnaya nekommercheskaya organizatsiya vysshego obrazovaniya «Gumanitarnyi universitet» [Yekaterinburg: Autonomous non-profit organization of higher education «Humanitarian University»]. 2018. P. 977–980.

11. Fedorova D.G. Osobennosti formirovaniya landshaftnykh kompozitsii s ispol'zovaniem rastenii-introdutsentov v usloviyakh sukhostepnoi zony Orenburzh'ya (na primere botanicheskogo sada OGU) [Features of the formation of landscape compositions using introduced plants in the dry-steppe zone of the Orenburg region (on the example of the OSU botanical garden)] / D.G. Fedorova, N.M. Nazarova, YU. F. Kukhlevskaya, M.A. Sulimova, V.A. Novikov // Sfera znaniy: nauchnoe vzaimodeistvie v ramkakh obrazovatel'nogo protsesa: Materialy Mezhdunarodnykh nauchno-prakticheskikh meropriyatiy Obshchestva Nauki i Tvorchestva (g. Kazan') za dekabr' 2018 goda / Pod obshch. red. S. V. Kuz'mina [Sphere of knowledge: scientific interaction within the educational process: Mater. Int. scientific and practical. events of the Society of Science and Creativity (Kazan) for December 2018 / Under total. ed. S. V. Kuzmina]. Kazan', 2018. P. 350–357.

12. Bolezni i vrediteli drevesno-kustarnikovyykh rastenii goroda Orenburga [Elektronnyi resurs]: spravochnik / D.G. Fedorova [i dr.]; pod red. D.G. Fedorova [Diseases and pests of trees and shrubs in the city of Orenburg [Electronic resource]: Handbook / D.G. Fedorov [and others]; ed. D.G. Fedorova] / Orenburg: OGU. 2020. 85 p.

13. Lapin P.I. Introduktsiya drevesnykh rastenii v srednei polose Evropeiskoi chasti SSSR. Nauchnye osnovy, metody i rezul'taty [Introduction of woody plants in the middle zone of the European part of the USSR. Scientific bases, methods and results] / P.I. Lapin. – L.: VIR. 1974. 115 p.

Информация об авторах

Федорова Дарья Геннадьевна, канд. биол. наук, ст.н.с.
E-mail: Daryaorlova24@rambler.ru

Назарова Наталья Михайловна, мл.н.с.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», Ботанический сад

Министерство науки и образования Российской Федерации

460018 Российская Федерация, г. Оренбург, пр. Победы, 13

Information about the authors

Fedorova Darya Gennadievna, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: Daryaorlova24@rambler.ru

Nazarova Natalia Mikhailovna, Junior Researcher

Federal state budgetary educational institution of higher education «Orenburg State University», Botanical garden

Ministry of Education and Science of the Russian Federation
460018 Russian Federation, Orenburg, Pobedy Ave., 13

¹ Г.М. Анисимова

канд. биол. наук, ст.н.с.

^{1,2} И.И. Шамров

д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой,
вед.н.с.

¹ ФГБУН Ботанический институт им. В. Л.
Комарова, Российская академия наук

² ФГБУВО Российский государственный пе-
дагогический университет им. А.И. Герцена,
Минпросвещения РФ

Сравнительный анализ строе- ния гинецея и семязачатка у неко- торых видов *Sedum* и *Kalanchoe* (Crassulaceae)

У *Sedum kamtschaticum* и *S. palmeri* (Crassulaceae) в основании завязи полимерно-апокарпного гинецея формируются 5-гнездные синасцидатная и закрытая симпликатная зоны. На большем протяжении гинецея сохраняются признаки апокарпии (пликтная и аппликтная зоны). Семязачатки крассинуцеллятные, битегмальные, фуникулярные, мезохалазальные, с гипостазой. Их морфологические типы различаются. Выявлены особые структуры, такие как нуцеллярный колпачок, париетальная ткань и постамент в базальной области нуцеллуса.

Полученные данные не противоречат молекулярно-генетическим исследованиям, согласно которым изученные виды относятся к разным кладом полифилетического рода *Sedum*. У *S. kamtschaticum* наряду с 5-членными обнаружены 6-членные цветки, отложение танинов происходит в клетках как наружной, так и внутренней эпидермы плодолистиков, число семязачатков в рядах на плаценте составляет 3–5, семязачатки гемикампилотропные, с 6-7-слойным нуцеллярным колпачком клювовидного типа. У *S. palmeri* наряду с 5-членными выявлены 4-членные цветки, отложение танинов происходит только в клетках наружной эпидермы плодолистиков, число семязачатков в рядах на плаценте составляет 10–12, семязачатки гипертропные, с 2-3-слойным нуцеллярным колпачком клювовидного типа. По сравнению с видами *Sedum*, *Kalanchoe laxiflora* и *K. tubiflora*, относящиеся к монофилетическому роду *Kalanchoe*, мало различаются между собой. Имеются некоторые количественные различия, касающиеся числа слоев наружного интегумента, париетальной ткани, нуцеллярного колпачка, накопления танинов.

Ключевые слова: репродуктивные органы цветка, особые структуры семязачатка, *Kalanchoe laxiflora*, *K. tubiflora*, *Sedum kamtschaticum*, *S. palmeri*.

¹ G.M. Anisimova

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

^{1,2} I.I. Shamrov

Dr. Sci. Biol., Professor, Leading Research

¹ Komarov Botanical Institute, Russian Academy
of Sciences

² Herzen State Pedagogical University of Russia,
Ministry of Education of the Russian Federation

Comparative analysis of gynoecium and ovule structure in some species of *Sedum* and *Kalanchoe* (Crassulaceae)

At the base of the ovary of the polymer-apocarpous gynoecium in *Sedum kamtschaticum* and *S. palmeri* (Crassulaceae), 5-locular synascidiate and closed symplicate zones are formed. Signs of apocarp (plicate and apiculate zones) are preserved over its greater length. The ovules are crassinucellate, bitegmal, funicular, mesochalazal, with hypostase. Their morphological types differ. Specific structures, such as the nucellar cap, parietal tissue, and the postament in the basal region of the nucellus have been identified.

The data obtained do not contradict molecular genetic studies that the studied species belong to different clades of the polyphyletic genus *Sedum*. Among the signs of the structure of the gynoecium and the ovule, the following differences should be noted: in *S. kamtschaticum*, 6-merous flowers were found along with 5-merous flowers, the deposition of tannins occurs in the cells of both the outer and inner epidermis of each carpel, the number of ovules in the rows on the placenta is 3–5, ovules are hemi-campylotropous, with a 6-7-layered nucellar cap; in *S. palmeri* – along with 5-merous flowers, 4-merous flowers are revealed, the deposition of tannins occurs only in the cells of the outer epidermis of each carpel, the number of ovules in the rows on the placenta is 10–12, the ovules are hypertropous, with a 2-3-layered nucellar cap. Compared to the species *Sedum*, *Kalanchoe laxiflora*, and *K. tubiflora*, belonging to the monophyletic genus *Kalanchoe*, differ little from each other. There are some quantitative differences regarding the number of layers of the outer integument, parietal tissue, nucellar cap, and accumulation of tannins as well.

Keywords: reproductive organs of flower, specific ovular structures, *Kalanchoe laxiflora*, *K. tubiflora*, *Sedum kamtschaticum*, *S. palmeri*.

DOI: 10.25791/BBGRAN.04.2021.1097

Введение

Сравнительно-эмбриологические исследования позволяют оценить значимость ряда признаков при решении спорных вопросов систематики и филогении. Однако с точки зрения эмбриологии многие виды *Crassulaceae* изучены еще недостаточно [1, 2]. Данные по организации их гинеев практически не используются при сравнительном анализе. Информация по строению семязачатка часто оказывается неполной – обычно указывается его морфологический тип, число интегументов, строение нуцеллуса, включая археспорий и париетальную ткань, типы мегаспорогенеза и развития зародышевого мешка.

В эмбриологических сводках характеристика семейства *Crassulaceae* базируется преимущественно на сведениях по представителям таких родов, как *Sedum* и *Kalanchoe*. Одним из наиболее крупных родов этого семейства является *Sedum* L. По оценкам разных исследователей количество видов, входящих в него, не однозначно и составляет от 100 до 600 [3]. Филогенетическая структура *Sedum* остается слабо изученной. На основании сравнения 102 последовательностей гена *matK* хлоропластной ДНК была выявлена полифилетическая природа *Sedum*, виды которого входят в состав триб *Aeonieae*, *Semperviveae* и *Sedaeae*. Полученные данные подтвердили результаты предыдущих исследований, основанных на других маркерах [4]. На примере изучения пыльника у *Sedum kamtschaticum* Fisch. и *S. palmeri* S. Watson было показано, что различия между ними касаются, главным образом, временных характеристик специализации клеток стенки микроспорангия [3]. Такими признаками могли бы быть и некоторые характеристики биологии развития. Другим крупным и малоизученным родом является монофилетический род *Kalanchoe* Adans. [5]. Ранее нами были исследованы женские репродуктивные структуры у *Kalanchoe laxiflora* Baker и *K. tubiflora* (Harv.) Raym.-Hamet [6]. Все вышесказанное стало причиной детального изучения гинеев и семязачатка у *S. kamtschaticum* и *S. palmeri* с тем, чтобы в дальнейшем провести сравнительный анализ с другими представителями семейства *Crassulaceae* и, прежде всего, с исследованными видами рода *Kalanchoe*.

Материал и методы

Для исследования были выбраны два вида *Sedum* из семейства *Crassulaceae* – *S. kamtschaticum* Fisch. (= *Phedicus kamtschaticus* (Fisch.) t'Hart) (очиток камчатский) и *S. palmeri* S. Watson (очиток Пальмера).

Материалом для изучения послужили растения коллекции Ботанического сада Петра Великого Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН. Виды различаются условиями произрастания: *S. kamtschaticum* в открытом грунте (вид распространен в Приморском крае, на Камчатке, Сахалине, а также в Японии, Корее и Восточном Китае), а *S. palmeri* – в условиях оранжереи (в естественных условиях растет в Мексике, горах Сьерра-Мадре на высоте около 800 м над ур. м.). Бутоны и цветки на разных

стадиях развития фиксировали в смеси FAA (70° этиловый спирт, 40% формалин, ледяная уксусная кислота в пропорции 100:7:7). Срезы толщиной 10–12 мкм окрашивали фуксин-сернистой кислотой по Фельгену (ядра клеток) с подкраской гематоксилином по Эрлиху (цитоплазма) и алциановым синим (клеточные стенки) [7].

Результаты

Цветок у *Sedum kamtschaticum* и *S. palmeri*, как правило, 5-мерный, обоеполюй, актиноморфный, с двойным околоцветником. Андроей из 10 тычинок (два круга). Полимерно-апокарпный гинеев состоит из 5 плодolistиков, завязь верхняя. Гинеев хорошо дифференцирован на овальную завязь, длинные стилодии, завершающиеся рыльцами, покрытыми папилловидными клетками. В основании гинеев формируются 5 чешуевидных нектарников. На самых ранних стадиях гинеев срастается в основании с окружающими органами цветка. В нижней части завязи формируются 5-гнездные синасидиатная (стерильная) и закрытая симпликатная зоны. В средней и верхней частях завязи плодolistики разобщены и лишь гетерокарпеллатные вентральные края частично смыкаются (пликатная и аппликатная области).

Гинеев изученных видов присуща центрально-осевая иннервация. Из стелы цветоножки ответвляются пучки в околоцветник, тычинки и гинеев. Васкулярное снабжение гинеев обеспечивается двумя группами пучков: периферическими (дорсальными) и центральными (вентральными). Вентральные проводящие пучки оканчиваются в верхней части завязи, а дорсальные проходят по всей длине гинеев, включая стилодии. Плацентация сутуральная. В основании гинеев она представлена центральной синплацентой, а в симпликатной зоне становится центрально-угловой. На большем протяжении завязи выявляется простая угловая плацентация. Семязачатки располагаются в виде двух рядов на плацентах с вентральной стороны каждого плодolistика. Число семязачатков в рядах составляет 3–5 у *S. kamtschaticum* и 10–12 у *S. palmeri*.

У *S. kamtschaticum* и *S. palmeri* клетки наружной эпидермы каждого плодolistика, начиная с заложения семязачатков на плаценте, постепенно заполняются танинами. У *S. kamtschaticum* отложение танинов происходит и в клетках внутренней эпидермы, за исключением плацент с семязачатками и вентральных краев каждого плодolistика. В синасидиатной области гинеев этого вида семязачатки не формируются, так как плаценты стерильные. Этот факт коррелирует с отложением танинов, которые аккумулируются во всех клетках внутренней эпидермы, выстилающих гнезда завязи, в том числе и в плацентах.

У обоих видов *Sedum* отмечены отклонения в строении гинеев и цветка в целом: 4-членные у *S. palmeri* и 6-членные у *S. kamtschaticum*. В 6-членных цветках 6-членным был не только гинеев (полимерно-апокарпный из 6 плодolistиков), но и андроей, состоящий из 12 тычинок, расположенных в двух кругах, при этом наблюдались случаи объединения двух смежных плодolistиков в верхней

части завязи. В 4-членных цветках 4-членными были не только гинецей, но также и андроец. В отдельных случаях гинецей был 4-членным, но андроец и околоцветник оставались 5-членными. Иногда при 5-членных андроеце и околоцветнике в гинецее формировались четыре фертильных и один короткий стерильный плодolistик.

Семязчаток битегмальный, красинуцеллярный, мезохалазальный, с рафе и гипостазой. Сначала формируется внутренний, а затем наружный интегументы. Оба интегумента преимущественно двухслойные (рис. 1 А–В). У *S. kamtschaticum* и *S. palmeri* двухслойные интегументы иногда становятся трехслойными в микропиллярной или халазальной частях за счет периклинальных делений клеток внутренней эпидермы (рис. 1 А, В). Очень редко у *S. palmeri* наблюдали слияние интегументов с антирафальной стороны, в результате чего образуется синтетическая структура из 3–4 слоев. Зигзагообразное микропиле (особенно у *S. kamtschaticum*) образовано обоими интегументами (рис. 1 Е).

В нуцеллусе красинуцеллярного семязчатка топографически выявляются три области: апикальная, латеральная и базальная. У *S. kamtschaticum* и *S. palmeri* париевальная ткань из однослойной в ходе развития становится двух-трехслойной (рис. 1 А–Д) с двумя-тремя клетками в каждом слое. Латеральная область нуцеллуса обычно однослойная. Базальная область у изученных нами видов 4–6-слойная, в которой дифференцируется двухслойный постамт. Еще одной особенностью строения нуцеллуса является формирование нуцеллярного колпачка в виде клюва. Его клетки в микропиллярной части имеют сильно утолщенные наружные и радиальные стенки. Нуцеллярный колпачок представлен различным числом слоев клеток – 2–3 у *Sedum palmeri* и 6–7 у *S. kamtschaticum* (рис. 1 В–Д). Перед оплодотворением они приобретают признаки передаточных клеток, продуцируют наружу вещества полисахаридной природы и функционируют как нуцеллярный obturator. Эта особенность строения нуцеллярного колпачка коррелирует с морфологическим типом семязчатка.

Семязчаток фуникулярный, фуникулус особенно длинный у *S. palmeri* (рис. 1 А–В). Для него характерно рафе, возникающее в ходе конгенитального срастания фуникулуса и наружного интегумента с дорсальной стороны, при этом интегумент в области микропиле оказывается свободным, образуя вырост (рис. 1 Е). В основании внутреннего интегумента формируется однослойная гипостаза, которая в ходе развития становится двухслойной (рис. 1 А, В). Халаза составляет относительно небольшую часть семязчатка и может быть определена как мезохалаза [8]. Проводящий пучок из фуникулуса входит в халазу в виде воронки и оканчивается вблизи гипостазы. В проводящем пучке семязчатка формируются только тяжи (2–3) прокамбиальных клеток (рис. 1 А–В, Е). В отдельных клетках халазы и фуникулуса у видов *Sedum* происходит отложение танинов (рис. 1 А–В).

У большинства представителей семейства *Crassulaceae* описаны анатропные семязчатки. У видов *Sedum* они

тоже начинают развиваться как анатропные с прямой продольной морфологической осью. Формально семязчаток у *S. palmeri* остается и далее анатропным. Однако в связи с особенностями оплодотворения некоторые его структуры приобретают специфические черты, не свойственные анатропным семязчаткам. У этого вида уже во время мегаспорогенеза за счет очень длинного фуникулуса поворот семязчатка относительно плаценты превышает 180°, что характерно для цирцинтотропных (закрученных) семязчатков, одним типом из которых является гипертропный [9]. Гипертропный семязчаток сохраняет прямую продольную ось как в анатропном семязчатке, но микропиле обращено не к плаценте, а к фуникулусу (рис. 1 А–В). У *S. kamtschaticum* микропиле семязчатка тоже обращено в сторону фуникулуса, но при этом происходит искривление морфологической оси (рис. 1 Е), и он становится геми-кампилотропным [10]. Возникновение гипертропного и геми-кампилотропного семязчатков коррелирует с образованием у этих видов нуцеллярного клюва, особенно длинного у *S. kamtschaticum*, функционирующего в качестве obturator. У изученных видов не формируются другие типы obturator (фуникулярные, плацентарные, париевальные).

Что касается собственно эмбриональных структур, то их развитие происходит довольно сходно. Археспорий часто одноклеточный. Мегаспорогенез обычно завершается образованием линейной тетрады. Зародышевый мешок развивается из халазальной мегаспоры преимущественно по Polygonum-типу.

Обсуждение

При изучении гинецея у представителей семейства *Crassulaceae* обычно указывают, что он является полимерно-апокарпным и состоит из 3–5 плодolistиков с верхней завязью. Плод – многолистовка. Имеются сведения, что у некоторых таксонов гинецей геми-синкарпный (*Aizopsis*, *Pseudosedum*, *Rhodiola*, *Sedum acre*) или полностью апокарпный (*Hylotelephium*). Некоторые представители *Rhodiola* имеют полунижнюю завязь [11]. Однако подробных исследований по строению гинецея крайне мало.

Цветок у большинства изученных видов сем. *Crassulaceae*, пентациклический, 5-мерный, обоеполый, актиноморфный, с двойным околоцветником. Как показало наше исследование, полимерно-апокарпный гинецей у *Sedum kamtschaticum* и *S. palmeri* состоит из 5 плодolistиков, завязь верхняя. В основании завязи формируются 5-гнездные синасцидатная (стерильная) и закрытая симпликатная зоны. В средней и верхней частях завязи плодolistики разобщены. Ранее нами было показано, что у *Kalanchoe laxiflora* и *K. tubiflora* цветок 4-мерный, обоеполый (андроец у этого вида из 8 тычинок в двух кругах, двойной околоцветник из 4 лепестков и 4 чашелистиков). Тетракарпеллярный гинецей не является типично апокарпным. В его нижней части формируется синкарпный фрагмент: протяженная синасцидатная 4-гнездная (стерильная

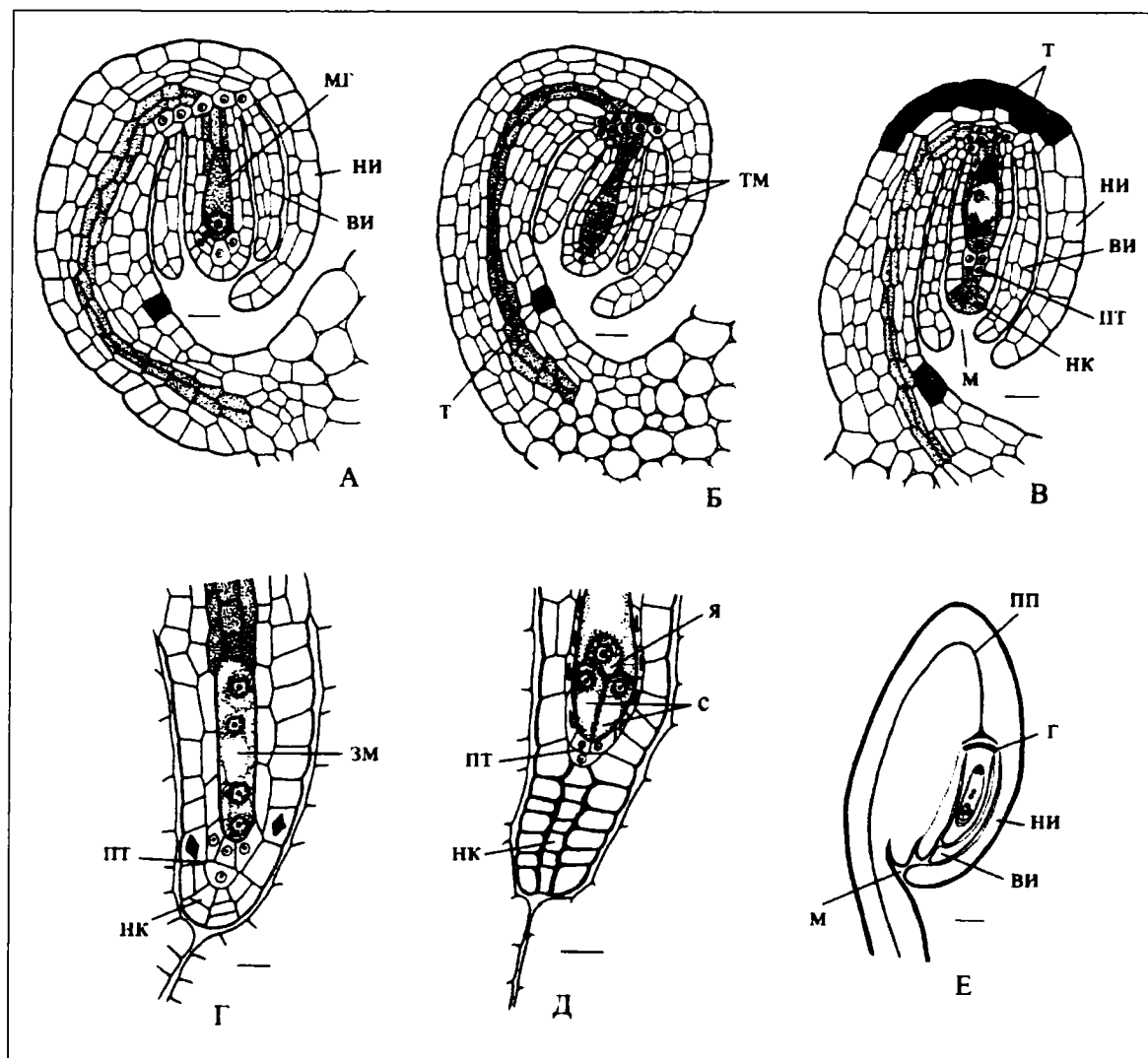


Рис. 1. Формирование структур семязачатка у *Sedum palmeri* (А-В) и *S. kamtschaticum* (Г-Е). Семязачаток на стадиях мегаспороцита (А), тетрады мегаспор (Б), 4-ядерного (Г) и зрелого (В, Д, Е) зародышевого мешка; ви – внутренний интегумент; г – гипостаза; зм – зародышевый мешок; м – микропиле; мг – мегаспороцит; ни – наружный интегумент; нк – нуцеллярный колпачок; пп – проводящий пучок; пт – париетальная ткань; т – танинсодержащие клетки; тм – тетрада мегаспор; с – синергида; я – яйцеклетка. Масштабные линейки, мкм: А-Д – 10, Е – 50

в проксимальной и фертильная в дистальной областях) и короткая закрытая симпликатная зоны [6]. Как и у *Sedum*, особенностью строения гинецея является не только объединение плодolistиков в основании между собой, но и их срастание с окружающими структурами цветка, что подтверждает имеющиеся данные о начальных этапах становления нижней завязи у исследованных видов [12]. Хотя изученные виды, относящиеся к двум разным родам, имеют разное число плодolistиков в гинецее (4 – у *Kalanchoe*, 5 – у *Sedum*), его строение в нижней части завязи оказалось сходным. Однако у *Sedum* синасцидиатная зона полностью стерильная, а семязачатки, которые можно видеть

на поперечных срезах, относятся к симпликатной зоне. Семязачатки располагаются в виде двух рядов на плацентах с вентральной стороны каждого плодolistика. Число семязачатков в рядах составляет 3–5 у *S. kamtschaticum*, 10–12 у *S. palmeri* и 13–15 у видов *Kalanchoe* (рис. 2 Г). Таким образом, большая часть полимерно-апокарпного гинецея представлена пликтными и аппликтными зонами в каждом плодolistике. На основе особенностей строения нижней части завязи подобный полимерно-апокарпный гинецей был описан в рамках синасцидиатной вариации и входит в группу так называемых ценокарпных гинецея [13]. Различные варианты создания синасцидиатной

и/ или симпликатной зон в нижней части полимерно-апокарпного гинецея (Butomaceae, Hydrocharitaceae [14]; Ranunculaceae [16]; Аposynaceae, Asclepiadaceae [17, 18]; Paeoniaceae [19]) в схеме Leinfellner [20] отсутствуют.

У обоих видов *Sedum* отмечены отклонения в строении гинецея и цветка в целом: 4-членные у *S. palmeri*, как у видов *Kalanchoe*, и 6-членные у *S. kamtschaticum*. В 6-членных цветках 6-членным был не только гинецей (полимерно-апокарпный из 6 плодolistиков), но и андроец, состоящий из 12 тычинок, расположенных в двух кругах, при этом наблюдались случаи объединения двух смежных плодolistиков в верхней части завязи. В 4-членных цветках 4-членными были не только гинецей, но также и андроец. В отдельных случаях гинецей был 4-членным, но андроец и околоцветник оставались 5-членными. Иногда при 5-членных андроеце и околоцветнике в гинецее формировались 4 фертильных и один короткий стерильный плодolistик.

У большинства изученных представителей семейства Crassulaceae, в том числе исследованных нами видов *Kalanchoe*, семязачаток анатропный, битегмальный, краcсинуцеллярный, мезохалазальный, с рафе и гипостазой. Оба интегумента преимущественно двухслойные. У *Kalanchoe laxiflora* и *K. tubiflora* внутренний интегумент преимущественно двухслойный и лишь в основании трехслойный у *K. laxiflora*. Наружный интегумент у *K. tubiflora* является двухслойным, а у *K. laxiflora* – трехслойным (рис. 2 А, В). У *Sedum kamtschaticum* и *S. palmeri* двуслойные интегументы иногда становятся трехслойными в микропилярной или халазальной частях за счет периклинальных делений клеток внутренней эпидермы.

В нуцеллусе краcсинуцеллярного семязачатка топографически выявляются три области: апикулярная, латеральная и базальная. В строении апикулярной области, или париетальной ткани, выявлены различия. У *Rhodiola rosea* L. (= *Sedum roseum* (L.) Scop.), *Sedum maximum* (L.) Suter, *S. hispanicum* L. *Sempervivum hirtum* L., *S. thomayeri* Cottevon париетальная ткань однослойная и представлена 1–3 клетками [2, 21]. Она может состоять из двух слоев, в каждом из которых две (рис. 2 А) у *Kalanchoe tubiflora* [6] или три у *K. faustii* Font Quer [2] и *K. laxiflora* (рис. 2 В) клетки [6]. У *Kalanchoe crenata* (Andrews) Haw. париетальная ткань расположена в 4 слоя по две клетки в каждом [22]. У *Sedum kamtschaticum* и *S. palmeri* париетальная ткань из однослойной в ходе развития становится двух-трехслойной с двумя-тремя клетками в каждом слое. Латеральная область нуцеллуса у последних видов обычно однослойная. Базальная область у изученных нами видов 4-6-слойная, в которой дифференцируется двухслойный постамент у видов *Sedum* и трехслойный постамент и двухслойный подиум у *Kalanchoe*. Еще одной особенностью строения нуцеллуса является формирование нуцеллярного колпачка в виде клюва, состоящего из двух, как, например, у *Kalanchoe faustii* [2], *Sedum hispanicum* [23] или из двух-трех слоев у *K. tubiflora* и трех-четыре слоев у *K. laxiflora* (рис. 2 А, В). Его клетки либо клетки эпидермы нуцеллуса в микропилярной части имеют

сильно утолщенные наружные и радиальные стенки. Детальное исследование, проведенное нами, показало, что нуцеллярный колпачок представлен двумя-тремя слоями у *Sedum palmeri* и 6–7 слоями клеток у *S. kamtschaticum*. Перед оплодотворением они приобретают признаки передаточных клеток, продуцируют наружу вещества полисахаридной природы и функционируют как нуцеллярный обтуратор.

Мы уже отмечали, что у большинства представителей семейства Crassulaceae семязачатки анатропные. У видов *Sedum* семязачатки начинают развиваться как анатропные с прямой продольной морфологической осью. Однако в связи с особенностями оплодотворения некоторые его структуры приобретают специфические черты, не свойственные анатропным семязачаткам. У *S. palmeri* уже во время мегаспорогенеза за счет очень длинного фуникулуса формируется гипертропный семязачаток, в котором микропиле обращено не к плаценте, а к фуникулусу. У *S. kamtschaticum* микропиле семязачатка тоже повернуто в сторону фуникулуса, но при этом происходит искривление морфологической оси, и он становится гемикампилотропным. Возникновение гипертропного и гемикампилотропного семязачатков коррелирует с образованием у этих видов нуцеллярного клюва, особенно длинного у *S. kamtschaticum*, функционирующего в качестве обтуратора. У изученных видов не формируются другие типы обтуратора (фуникулярные, плацентарные, париетальные). К этому следует добавить, что у *S. palmeri* и *S. kamtschaticum* клетки наружной эпидермы каждого плодolistика, начиная с заложения семязачатков на плаценте, постепенно заполняются танинами. У *S. kamtschaticum* почти все клетки внутренней эпидермы стенки плодolistиков также заполнены танинами. У *Kalanchoe* танины откладываются не в эпидерме, а в центральном слое паренхимы стенки завязи и только у *K. tubiflora*.

Заключение

Данные сравнительно-эмбриологических и морфолого-анатомических исследований, проведенных нами, могут оказаться полезными для понимания эволюции структурных признаков гинецея и семязачатка в семействе Crassulaceae. Однако вопросы использования этих признаков определяются не только слабой изученностью большинства видов, но и неоднозначностью трактовки полученных молекулярно-генетических данных и их значительным несоответствием классическим системам родов этого семейства. При рестриктивном анализе ДНК хлоропластов в семействе Crassulaceae выделяются 7 клад: Crassula, Kalanchoe, Telephium, Sempervivum, Aeonium, Leucosedum и Acre. Клада Kalanchoe признается как триба *Kalanchoeae* или подсемейство *Kalanchoideae* и находится почти в основании филогенетического дерева Crassulaceae. Анализ последовательностей ITS рДНК подтверждает монофилию рода *Kalanchoe* и выявляет три основные линии развития [5]. Полученные нами данные не противоречат имеющимся кладиетическим построениям. Изученные

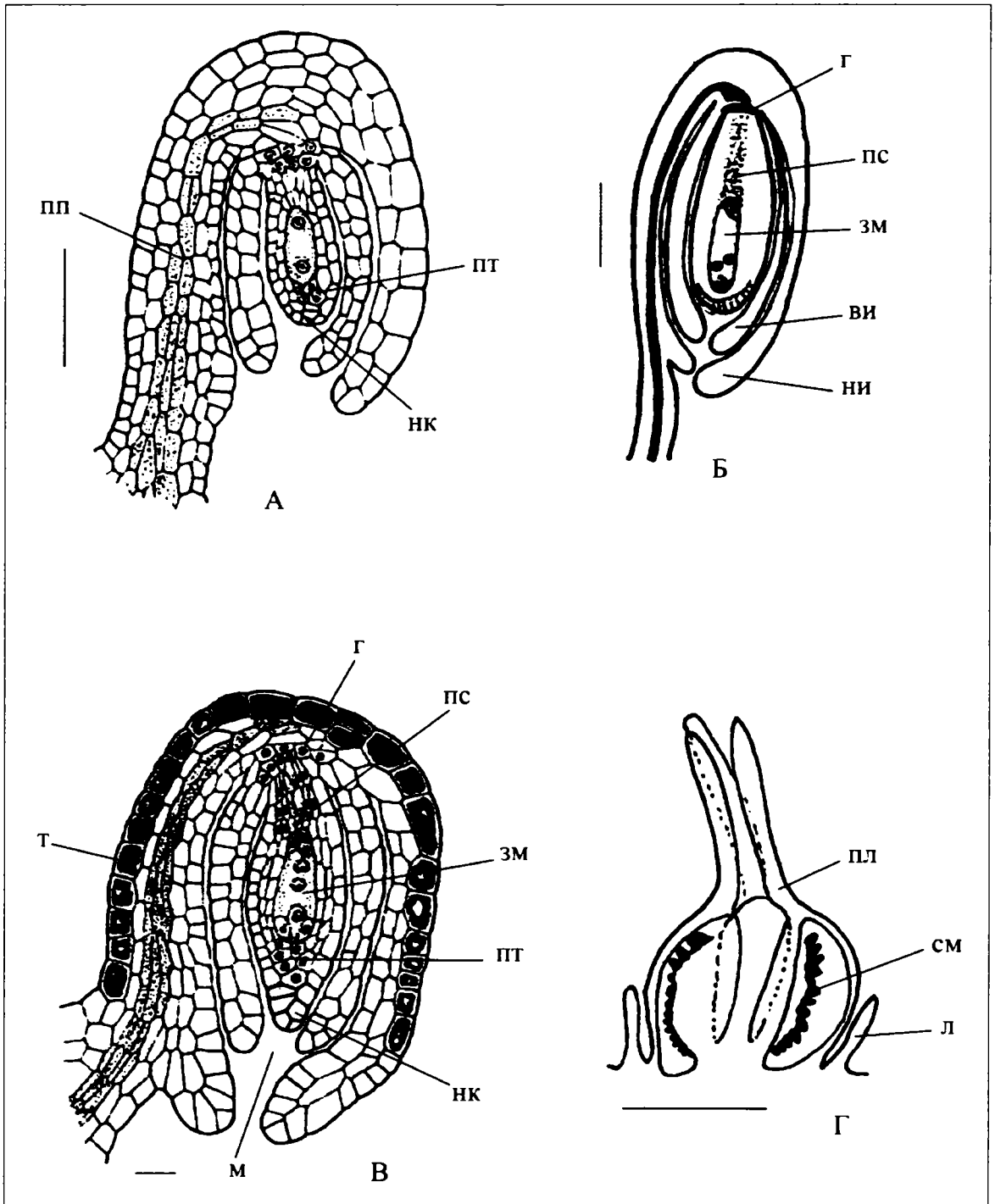


Рис. 2. Формирование структур семязачатка у *Kalanchoe tubiflora* (А, Б, Г) и *K. laxiflora* (В). Семязачаток на стадиях 2-ядерного (А) и зрелого (Б, В) зародышевого мешка (подиум на рисунке не показан); гинецей, в завязи которого развиваются семязачатки (Г). ви – внутренний интегумент; г – гипостаза; зм – зародышевый мешок; л – лепесток; м – микропиле; ни – наружный интегумент; нк – нуцеллярный колпачок; пл – плодолистик; пп – проводящий пучок; пс – постамент; пт – париевальная ткань; см – семязачаток; т – танинсодержащие клетки. Масштабные линейки, мкм: А–В – 10, Г – 5

виды *Kalanchoe* (*K. laxiflora*, *K. tubiflora*) мало отличаются друг от друга. Имеются некоторые количественные различия, но они не относятся к категории альтернативных, характеризующих разные линии рода: *K. tubiflora* – двухслойные наружный интегумент и париетальная ткань, двух-трехслойный нуцеллярный колпачок, лишь в отдельных клетках семязачатка накапливаются танины; *K. laxiflora* – трехслойные наружный и внутренний (последний только в основании) интегументы, трехслойная париетальная ткань, 3–4-слойный нуцеллярный колпачок, в клетках наружной эпидермы наружного интегумента накапливаются танины. Ранее также не были выявлены существенные различия в строении мужских репродуктивных структур у видов *Kalanchoe*. Они касаются локализации танинов в клетках эпидермы и эндотелия стенки микроспорангия. У *K. laxiflora*, *K. tubiflora* и *K. rosei* Raym.-Hamet & H. Perrier танины обнаружены только в некоторых клетках эндотелия. У *K. nyikae* Engl. они накапливаются как в клетках эндотелия, так и преимущественно в клетках эпидермы [24].

Филогенетическая структура *Sedum* остается также слабо изученной. Большинство его видов относится к трибе *Sedeae*, находясь между кладами *Leucosedum* и *Acre* (в последнюю помещен *S. palmeri*) [25]. *S. kamtschaticum* (= *Phedicus kamtschaticus* (Fisch.) t'Hart) был отнесен к другой клade *Telephium* [26]. Ранее при изучении пыльника было показано, что различия между этими видами касаются, главным образом, временных характеристик специализации клеток стенки микроспорангия (строения эпидермы, эндотелия и тапетума). Весь протопласт эпидермальных клеток у *S. kamtschaticum* заполнен танинами, а у *S. palmeri* танины выявляются в виде отдельных глобул. У *S. kamtschaticum* специализация клеток эндотелия становится заметной после стадии тетрад микроспор, тогда как у *S. palmeri* – лишь в период созревания пыльцевых зерен. Несмотря на то, что тапетум у обоих видов клеточный секреторный, особенности его реорганизации в постмейотический период различаются: у *S. kamtschaticum* происходит реорганизация в амебобидный, а у *S. palmeri* тапетум развивается без реорганизации [3]. Среди признаков строения гинецея и семязачатка следует отметить следующие черты различия: у *S. kamtschaticum* – наряду с 5-членными обнаружены 6-членные цветки, отложение танинов происходит в клетках как наружной, так и внутренней эпидермы плодolistиков, число семязачатков в рядах на плаценте составляет 3–5, семязачатки геми-кампилотропные, с 6–7-слойным нуцеллярным колпачком в виде клюва; у *S. palmeri* – наряду с 5-членными выявлены 4-членные цветки, отложение танинов происходит только в клетках наружной эпидермы плодolistиков, число семязачатков в рядах на плаценте составляет 10–12, семязачатки гипертропные, с двух-трехслойным нуцеллярным колпачком в виде клюва.

Сравнительный анализ строения гинецея и семязачатка у видов *Sedum* и *Kalanchoe* свидетельствует о том, что наличие массивного нуцеллуса в базальной области и

наличие типичных анатропных семязачатков у *Kalanchoe laxiflora* и *K. tubiflora*, по сравнению с изученными представителями *Sedum* (менее массивный нуцеллус и формирование более специализированных гипертропных и геми-кампилотропных семязачатков), подтверждает суббазальное положение клады *Kalanchoe* на филогенетическом древе семейства *Crassulaceae*. С другой стороны, различия в организации гинецея и семязачатка между видами *Sedum* показывают более высокое положение *S. palmeri* (в верхушечной клade *Acre*), чем *S. kamtschaticum* (в срединной клade *Telephium*). Ареалы их произрастания находятся в Северо-Восточном и Центральном Китае, Японии, Восточном Закавказье.

Благодарности

Авторы благодарны Петровой Е.Д., Романовой Е.Л. за возможность сбора материала и ценные советы при выполнении работы.

Работа выполнена в рамках государственного задания Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН по темам АААА-А18-118031690084-9 «Структурно-функциональные основы развития и адаптации высших растений», АААА-А18-118051590112-8 «Поливариантность морфогенетических программ развития репродуктивных структур растений, естественные и искусственные модели их реализации» (сбор, обработка материала и обсуждение результатов) и № ГРНТИ 34.29.01 (РГПУ им. А.И. Герцена) «Изучение и сохранение биологического разнообразия растений» (описание результатов исследования).

Список литературы

1. Камелина О.П. Систематическая эмбриология цветковых растений. Двудольные. Барнаул: Артика, 2009. 501 с.
2. Никитичева З.И. Семейство *Crassulaceae* // Сравнительная эмбриология цветковых растений. *Brunneliaceae-Tremandraceae*. Л.: Наука, 1985. С. 29–34.
3. Анисимова Г.М. Развитие и строение пыльника *Sedum kamtschaticum* и *Sedum palmeri* (*Crassulaceae*) // Ботан. журн. 2020. Т. 105, №11. С. 1093–1110. DOI: 10.31857/S0006813620090021.
4. Никулин В.Ю., Гончаров А.А. Молекулярно-филогенетическая характеристика *Sedum* (*Crassulaceae*) и близких ему родов на основании сравнения нуклеотидных последовательностей гена *matK* хлоропластной ДНК и его региона рибосомной ДНК // Ботан. журн. 2017. Т. 102, № 3. С. 309–328.
5. Гончарова С.Б., Гончаров А.А. Молекулярная филогения и систематика цветковых растений семейства Толстянковых (*Crassulaceae* DC.) // Молекулярная биология. 2009. Т. 43, № 5. С. 856–865.
6. Анисимова Г.М., Шамров И.И. Морфогенез гинецея и семязачатка у *Kalanchoe laxiflora* и *K. tubiflora*

(*Crassulaceae*) // Ботан. журн. 2018. Т. 103. № 6. С. 675–694. DOI: 10.1134/S0006813618060017.

7. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. М.: Колос. 1974. 288 с.

8. Шамров И.И. Семязачаток цветковых растений: строение, функции, происхождение. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2008. 356 с.

9. Савченко М.И. Морфология семяпочки покрытосеменных растений. Л.: Наука. 1973. 190 с.

10. Шамров И.И. Особенности морфогенеза, разнообразия и возможные преобразования семязачатков цветковых растений // Ботан. журн. 2018. Т. 103. № 2. С. 163–186. DOI: 10.1134/S0006813618020011.

11. Гончарова С.Б. Очитковые (*Sedoideae*, *Crassulaceae*) флоры Российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2006. 222 с.

12. Schaeppi H. Über einfache Karpelle. Botanische Jahrbücher für Systematik. 1975. 96(1-4). S. 410–422.

13. Shamrov I. I. Structure and development of coenocarpous gynoecium in angiosperms. Wulfenia. 2020. 27. P. 145–182.

14. Troll W. Beiträge zur Morphologie des Gynaeceums. I. Über das Gynaeceum der Hydrocharitaceen. Planta. 1931. 14(1). S. 1–18.

15. Troll W. Beiträge zur Morphologie des Gynaeceums. III. Über das Gynaeceum von *Nigella* und einiger anderer Helleboreen. Planta. 1934. 21(2). S. 266–291.

16. Rohweder O. Karpellbau und Syngamie bei Ranunculaceen. Berichte der Schweizerische Botanische Gesellschaft. 1967. 77. S. 376–432.

17. Шамров И.И. Еще раз о типах гинецея покрытосеменных растений // Ботан. журн. 2013. Т. 98. № 5. С. 568–595.

18. Шамров И.И., Геворкян М.М. Структурная организация гинецея в семействе *Аросунасеа* // Ботан. журн. 2010а. Т. 95. №2. С. 145–168.

19. Шамров И.И., Геворкян М.М. Сравнительная характеристика гинецея в семействах *Аросунасеа*, *Асклепиадасеа* и *Гентіанасеа* // Ботан. журн. 2010б. Т. 95. № 12. С. 1673–1699.

20. Leinfellner W. Der Bauplan des synkarpen Gynözeums. Österreichische Botanische Zeitschrift. 1950. 97(3-5). S. 403–436.

21. Мандрик В. Ю., Голышкин Л. В. Эмбриологическое исследование семейства *Crassulaceae* // Ботан. журн. 1973. Т. 58. № 2. С. 263–272.

22. Rombach S. Die Entwicklung der Samenknospen bei den Crassulaceen. Recueil des Travaux Botaniques Néerlandais. 1911. 8. P. 182–200.

23. Brzezicka E., Kozieradzka-Kiszkurno M. Ultrastructural and cytochemical aspects of female gametophyte development in *Sedum hispanicum* L. (*Crassulaceae*). Protoplasma. 2018. 255. P. 247–261. DOI 10.1007/s00709-017-1155-3.

24. Анисимова Г.М. Строение пыльника, микроспорогенез и пыльцевое зерно у *Kalanchoe pinnatifida* (*Crassulaceae*) // Ботан. журн. 2016. Т. 101. № 12. С. 1378–1389.

25. Никулин В. Ю. Филогенетические отношения в роде *Sedum* L. (*Crassulaceae* J. St.-Hil.) и близких ему родов на основании сравнения нуклеотидных последовательностей ядерной и хлоропластной ДНК. Дисс... канд. биол. наук. Владивосток. 2017. 114 с.

26. Ham R. C. H. J. van. Chapter 2. Phylogenetic relationships in the *Crassulaceae* inferred from chloroplast DNA variation. In: Evolution and systematics of the *Crassulaceae* (Eds Henk't Hart and Uts Eggli). Leiden: Backhuys Publisher. 1995. P. 16–29.

References

1. Kamelina O.P. Sistematicheskaya embriologiya tsvetkovykh rastenii. Dvudolnye [Systematic embryology of flowering plants. Dicotyledons]. Barnaul. Izd. ARTIKA [Barnaul: Publishing house «ARTIKA»]. 2009. 501 p.

2. Nikiticheva Z.I. Semeistvo *Crassulaceae* [*Crassulaceae* family] // Sravnitel'naya embriologiya tsvetkovykh rastenii. *Brunneliaceae-Tremandraceae* [Comparative embryology of flowering plants. *Brunneliaceae-Tremandraceae*]. Leningrad: Izd. «Nauka» [Leningrad: Publishing house «Science»]. 1985. P. 29–34.

3. Anisimova G.M. Anther development and structure in *Sedum kamschaticum* and *Sedum palmeri* (*Crassulaceae*) // Botanicheskii Zhurnal [Botanical Journal]. 2020. 105(11): 1093–1110. DOI: 10.11857/S0006813620090021.

4. Nikulin V.Yu., Gontcharov A.A. Molecular-phylogenetic characterization of *Sedum* (*Crassulaceae*) and closely related genera based on cpDNA gene *matK* and its rDNA sequence comparisons // Botanicheskii Zhurnal [Botanical Journal]. 2017. 102(3): 309–328.

5. Gontcharova S.B., Gontcharov A.A. Molekulyarnaya filogeniya i sistematika tsvetkovykh rastenii semeistva Tol'styankovykh (*Crassulaceae* DC.) [Molecular phylogeny and systematics of flowering plants from family *Crassulaceae* DC.] // Molekulyarnaya biologiya [Molecular Biology]. 2009. Vol. 43. N 5. P. 856–865.

6. Anisimova G.M., Shamrov I.I. Gynoecium and ovule morphogenesis in *Kalanchoe laxiflora* and *K. tubiflora* (*Crassulaceae*) // Botanicheskii Zhurnal [Botanical Journal]. 2018. 103(6): 675–694. DOI: 10.1134/S0006813618060017.

7. Pausheva Z.P. Praktikum po citologii rastenii [Workshop on cytology of plants]. Moskva: Izd. «Kolos» [Moscow: Kolos]. 1974. 288 p.

8. Shamrov I.I. Semyaschatok tsvetkovykh rastenii: stroenie, funktsii, proischozhenie [Ovule of flowering plants: structure, functions, origin]. Moskva: Izd. Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK [Moscow: KMK Scientific Press Ltd.]. 2008. 356 p.

9. Savchenko M.I. Morfologiya semyapochki pokrytosemennyykh rastenii [Ovule morphology of angiosperms]. Leningrad: Izd. «Nauka» [Leningrad: Publishing house «Science»]. 1973. 190 p.

10. Shamrov I.I. Peculiarities of morphogenesis, diversity and possible transformations of ovules in flowering plants //

Botanicheskii Zhurnal [Botanical Journal]. 2018. 103(2): 163–186. DOI: 10.1134/S0006813618020011.

11. Gontcharova S.B. Ochitkovye (*Sedoideae*, *Crassulaceae*) flory Rossiiskogo Dalnego Vostoka [Subfamily Sedoideae (*Crassulaceae*) of flora of the Russian Far East]. Vladivostok: Dalnauka [Vladivostok: Publishing house «Dalnauka»]. 2006. 222 p.

12. Schaeppi H. Über einfache Karpelle. Botanische Jahrbücher für Systematik. 1975. 96(1-4): 410–422.

13. Shamrov I.I. Structure and development of coenocarpous gynoecium in angiosperms. Wulfenia. 2020. 27: 145–182.

14. Troll W. Beiträge zur Morphologie des Gynaeceums. I. Über das Gynaeceum der Hydrocharitaceen. Planta. 1931.14(1): 1–18.

15. Troll W. Beiträge zur Morphologie des Gynaeceums. III. Über das Gynaeceum von *Nigella* und einiger anderer Helleboreen. Planta. 1934. 21(2): 266–291.

16. Rohweder O. Karpellbau und Synkarpie bei Ranunculaceen. Berichte der Schweizerische Botanische Gesellschaft. 1967. 77: 376–432.

17. Shamrov I.I., Gevorkyan M.M. Structural organization of the gynoecium in *Apocynaceae* family // Botanicheskii Zhurnal [Botanical Journal]. 2010a. 95(2): 145–168.

18. Shamrov I.I., Gevorkyan M.M. Comparative characteristics of the gynoecium in *Apocynaceae*, *Asclepiadaceae* and *Genianaceae* families // Botanicheskii Zhurnal [Botanical Journal]. 2010b. 95(12): 1673–1699.

19. Shamrov I.I. 2013. Revisited: gynoecium types in angiosperm plants // Botanicheskii Zhurnal [Botanical Journal]. 2013. 98(5): 568–595.

20. Leinfellner W. Der Bauplan des synkarpen Gynözeums. Österreichische botanische Zeitschrift. 1950. 97(3-5): 403–436.

21. Mandric V.Yu., Golyshkin L.V. Embriologicheskoe issledovanie semeistva *Crassulaceae* [Embryological investigation of *Crassulaceae* family] // Botanicheskii Zhurnal [Botanical Journal]. 1973. 58(2): 263–272.

22. Rombach S. Die Entwicklung der Samenknospen bei den Crassulaceen. Recueil des Travaux Botaniques Néerlandais. 1911. 8: 182–200.

23. Brzezicka E., Kozieradzka-Kiszkurno M. Ultrastructural and cytochemical aspects of female gametophyte development in *Sedum hispanicum* L. (*Crassulaceae*). Protoplasma. 2018. 255: 247–261. DOI 10.1007/s00709-017-1155-3.

24. Anisimova G.M. Anther structure, microsporogenesis and pollen grain in *Kalanchoe nyikae* (*Crassulaceae*) // Botanicheskii Zhurnal [Botanical Journal]. 2016. 101 (12): 1378–1389.

25. Nikulin V.Yu. Filogeneticheskie otnosheniya v rode *Sedum* L. (*Crassulaceae* J. St.-Hil.) i blizkich emu rodach na osnovanii sravneniya nukleotidnykh posledovatel'nostei yadernoi i kloroplastnoi DNK [Phylogenetic connections in *Sedum* L. (*Crassulaceae* J. St.-Hil.) and related genera on the basis of comparison of nucleotide sequence of nuclear and chloroplast DNA]. Diss. cand. biol. nauk [Diss...Cand. Biol. Sci. (PhD)]. Vladivostok. 2017. 114 p.

26. Ham R.C.H.J. van. Chapter 2. Phylogenetic relationships in the *Crassulaceae* inferred from chloroplast DNA variation. In: Evolution and systematics of the *Crassulaceae* (Eds Henk't Hart and Uts Eggli). Leiden: Backhuys Publisher, 1995. P. 16–29.

Информация об авторах

¹ Анисимова Галина Михайловна, канд. биол. наук, ст.н.с.

^{1, 2} Шамров Иван Иванович, д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой, вед.н.с.

E-mail: ivan.shamrov@gmail.com

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический институт им. В.Л. Комарова, Российская академия наук

197376, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, д. 2

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Министерство просвещения Российской Федерации

191186, Российская Федерация, Санкт-Петербург, набережная р. Мойки, 48

Information about the authors

¹ Anisimova Galina Michallovna, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

^{1, 2} Shamrov Ivan Ivanovich, Dr. Sci. Biol., Professor, Leading Research

E-mail: ivan.shamrov@gmail.com

¹ Federal State Budgetary Institution of Science Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences

197376 Russian Federation, St. Petersburg, Prof. Popov str. 2.

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Herzen State Pedagogical University of Russia, Ministry of Education of the Russian Federation

191186, Russian Federation, St. Petersburg, Moika River Emb., 48

Н.С. Здравчев

магистр, мл.н.с.

М.С. Романов

канд. биол. наук, вед.н.с., зав. лабораторией

П.С. Иовлев

бакалавр

А.С. Тимченко

магистр, агроном

ФГБУН Главный ботанический сад

им. Н. В. Цицина РАН

Москва, Российская Федерация

А.В. Бобров

д-р. биол. наук, профессор РАН

ФГБОУВО Московский государственный уни-

верситет имени М.В. Ломоносова

Министерство высшего образования и науки

Москва, Российская Федерация

Структура и гистогенез плодов *Pandanus polycephalus* Lam. (*Pandanaceae*) в связи с проблемами интерпретации женских репродуктивных органов рода *Pandanus* s. l.

Карпологические признаки остаются недостаточно изученными у большинства групп цветковых растений, включая семейство *Pandanaceae* (monocots: *Pandanales*) и его типовой род. С целью выявить закономерности гистогенеза перикарпия, определить важнейшие особенности структуры плода, уточнить положение завязи и определить морфогенетический тип плода *Pandanus* мы, используя модифицированные подходы и методы сравнительно-карпологических исследований, изучили одногнездные диаспоры *Pandanus polycephalus* Lam. на трех стадиях развития (что позволило выявить особенности гистологической дифференциации стенки плода в динамике). Диаспора этого вида пандануса дифференцирована на 2 части: проксимальную (полость завязи) и дистальную («стерильную»). В проксимальной части диаспоры экзокарпий однослойный, а мезокарпий дифференцирован на периферическую и внутреннюю зоны. В зоне срастания соседних диаспор экзокарпий и прилегающие слои мезокарпия представлены 2–3 слоями тангентально вытянутых тонкостенных клеток. В мезокарпии расположено три concentрических круга проводящих пучков с мощными индивидуальными механическими обкладками, два – в периферической паренхимной зоне и один – во внутренней зоне. Косточка диаспоры формируется на поздней стадии развития из внутренней зоны мезокарпия и эндокарпия и представлена волокноподобными склерифицированными клетками. В дистальной части плода под однослойным экзокарпием дифференцируется гиподерма, лигнифицирующаяся на поздней стадии развития. В паренхимном мезокарпии в дистальной части плода расположены два concentрических круга проводящих пучков с мощными индивидуальными механическими обкладками. Внутренняя зона мезокарпия представлена губчатой паренхимой, в которой сохраняется эксцентрический компитум. Поскольку структурный тип гинецея и природа женских репродуктивных органов *Pandanus* в целом остаются не установленными, в зависимости от варианта их интерпретации наши данные позволяют заключить, что плод *P. polycephalus* является костянкой *Prunus* типа (в том случае, если гинецей апокарпный, мономерный) или пиренарем *Butia* типа (гинецей гемисинкарпный, полимерный).

Ключевые слова: *Pandanus*, цветок, плод, соплодие, перикарпий, экзокарпий, мезокарпий, эндокарпий, костянка *Prunus* типа, пиренарий *Butia* типа.

N.S. Zdravchev

Master's degree, Junior Researcher

M.S. Romanov

Cand. Sci. Biol., Head of Laboratory, Leader

Researcher

P.S. Iovlev

Bachelor's degree

A.S. Timchenko

Master's degree, Agronomist

Federal State Budgetary Institution of Science

Tsitsin Main Botanical Garden, Russian Academy

of Sciences

Moscow, Russian Federation

A.V. Bobrov

Dr. Sci. Biol., Professor of RAS

Lomonosov Moscow State University, Ministry of

Science and Higher Education

Moscow, Russian Federation

The structure and histogenesis of fruits of *Pandanus polycephalus* Lam. (*Pandanaceae*) in connection with the problems of interpretation of the nature of female reproductive organs of the genus *Pandanus* s. l.

The fruits of the family Pandanaceae representatives (monocots: Pandanales) are studied insufficiently like in many groups of angiosperms. With the aim to reveal the peculiarities of histogenesis of the pericarp and to determine the most important characters of fruit structure of *Pandanus*, the unilocular diaspores of *Pandanus polycephalus* Lam. were investigated at three different developmental stages, and the process of fruit wall histological differentiation was studied in dynamics. Original methods of comparative carpological investigations were applied. The diaspore of *P. polycephalus* is subdivided into two parts: the proximal (the locular) and the distal (sterile) ones. In the proximal part of the diaspore the exocarp is single-layered, but in the zone of fusion of neighboring diaspores the exocarp and peripheral layer of the mesocarp are transformed into the zone of the fusion (2–3 layers of tangentially elongated thin-walled cells). The mesocarp is differentiated into peripheral and inner zones, in which three concentric circles of vascular bundles with stout individual mechanical sheaths, The inner zone of the mesocarp along with the endocarp comprised the stone of the diaspore, that is composed of fiber-like sclerified cells. In the distal part the exocarp is represented by one layer of cells of irregular shape, and the mesocarp is differentiated into the single-layered hypodermis (which become lignified at the late developmental stages), the peripheral parenchymatous zone with two concentric circles of vascular bundles with stout individual mechanical sheaths, and the inner zone of the mesocarp composed by spongy parenchyma in which the vestiges of eccentric compitum are observed. As far as the structural type of the gynoecium and the nature of female reproductive organs is not determined in *Pandanus*, our original results allow to treat the fruit of *P. polycephalus* either as a drupe of *Prunus* type (in case of monomerous apocarpous gynoecium) or as a pyrenarium of *Butia* type (in case of polymerous hemisyncarpous gynoecium).

Keywords: *Pandanus*, flower, fruit, infructescence, pericarp, exocarp, mesocarp, endocarp, drupe of *Prunus* type, pyrenarium of *Butia* type.

DOI: 10.25791/BBGRAN.04.2021.1098

Введение

Порядок Pandanales является одним из ключевых таксонов («key taxa») покрытосеменных и включает в себя, согласно последней версии системы APG IV [1], 5 семейств: Velloziaceae, Triuridaceae, Stemonaceae, Pandanaceae, Cyclanthaceae. Большинство из них ранее не рассматривались как родственные [2, 3, 4, 5], например, семейство Triuridaceae, представленное исключительно микогетеротрофными травянистыми растениями, считалось группой, обособленной от остальных однодольных, а семейство Stemonaceae сближалось с Smilacaceae [6].

Семейство Velloziaceae является базальным в порядке Pandanales, результат следующей бифуркации – отделение Triuridaceae от остальных Pandanales; Stemonaceae является сестринским по отношению к терминальной кладе Pandanaceae–Cyclanthaceae. Семейство Pandanaceae включает в себя более 700 видов и 5 родов: *Freycinetia*, *Sararanga*, *Pandanus* и два его рода-сегрегата: *Benstonea* и *Martellidendron*. Род *Pandanus* s. l. представлен древовидными травянистыми растениями или кустарниками с ходульными корнями или без них, с цельными линейными листьями, по краю которых и вдоль абаксальной стороны центральной жилки обычно расположены шипы. Листорасположение спиральное, трехрядное. Соцветия метельчатые, терминальные или пазушные (или латеральные), количество парциальных соцветий сильно варьирует. Род *Pandanus* включает более 700 видов, распространенных в тропических областях Старого света: от западной Африки до Юго-Восточной Азии, Австралии и Океании, а также на большинстве архипелагов Тихого океана [7].

Несмотря на широкое палеотропическое распространение семейства и длительную историю его изучения, данные о строении и развитии плодов Pandanaceae остаются крайне ограниченными [8]. Главным диагностическим

признаком для разделения *Pandanus* на внутривидовые таксоны считается количество локул в диаспоре [9, 10, 11, 7]. Предложено выделять следующие типы структурной организации плодов, традиционно описываемых как костянки (drupe) со склеренхимной косточкой [9, 12, 10, 11, 7]: 1 – плоды, развивающиеся из мономерного (апокарпного) гинецея, – однокостянки (monodrupe); 2 – плоды, сростающиеся в фаланги («многокостянки» – polydrupe) [9, 10, 11, 7]. Н. Grafen zu Solms-Laubach [12] выделил в плодах представителей рода *Pandanus* столбиковую (дистальную) часть и полость завязи (проксимальную часть) с единственным семязачатком и отметил, что полость завязи окружена косточкой из склеренхимных клеток. Традиционно завязь Pandanaceae рассматривается как верхняя [13]. Исследование одногнездных плодов *Pandanus conoideus* Lam. [14] показало наличие косточки (сложной тангентально и радиально удлинёнными склереидами), окружающей локулу. В связи со сложной структурой женских фруктификаций современных представителей рода *Pandanus* В. Stone выделил 4 типа их организации [11]: 1 – кисть из головок, каждая головка состоит из одногнездных костянок; 2 – головка из одногнездных костянок; 3 – кисть из головок, каждая головка состоит из многогнездных костянок (фаланг); 4 – головка из многогнездных костянок (фаланг). Согласно Stone [11], фаланги разных видов *Pandanus* могут иметь различное происхождение и быть результатом: 1 – сростания одногнездных костянок в фалангу; 2 – специализации анцестрального парциального соцветия (фаланга изначально являлась парциальным соцветием с четкой границей отдельных цветков, расположенных на осях различного порядка, а затем происходили преобразования: укорачивание осей, олигомеризация и абортация членов цветка, сближение соседних цветков, что привело к превращению парциального соцветия в монолитную структуру – фалангу).

С целью выявить закономерности гистогенеза перикарпия, определить важнейшие особенности структуры плода, уточнить положение завязи, а также детерминировать морфогенетический тип плода, нами были проведены анатомические исследования фруктификаций *Pandanus polycephalus*.

Материалы и методы

Плоды *Pandanus polycephalus* на трех стадиях развития (1-я стадия – карпеллы через 2 недели после цветения, 2-я стадия – незрелые плоды через 6 недель после цветения, 3-я стадия – почти зрелые плоды за 2 недели до распыпания диаспор) были собраны в Bogor Botanical Gardens (Богор, Индонезия). Плоды были зафиксированы в 70 %-м растворе этанола. Для размягчения склеренхимных тканей плоды на второй и третьей стадиях развития были помещены в кипящую дистиллированную воду на 180 и 240 минут соответственно. Следующим этапом было изготовление поперечных срезов толщиной 20–30 мкм с помощью салазочного микротомы MC-2, затем, с целью выявления лигнификации клеточных стенок в различных топографических зонах перикарпия, срезы были обработаны флороглюцином и соляной кислотой, после чего были помещены на предметные стекла в глицерин [15]. Анатомические срезы были изучены с помощью светового микроскопа Olympus CX41 (Япония). Фотографии временных препаратов были сделаны с помощью зеркальной цифровой камеры Canon EOS 7D (Япония), которая была подключена к микроскопу через адаптер.

При описании результатов используется терминология, предложенная A. V. F. Ch. Bobrov & M. S. Romanov [16]. В оригинальных описаниях используется терминология, согласно которой початок *Pandanus* – это соцветие/соплодие, отдельная диаспора – плод (результат развития гинецея одного цветка).

Результаты

Морфология соплодия и плода

Соплодия *Pandanus polycephalus* собраны в кистевидные соцветия из 5–6 головчатых удлинённых початков, образованных из плотно расположенных и частично сростшихся (до 2/3 длины) плодов. Длина соплодия на первой стадии развития составляет 30–35 мм, диаметр – 15–20 мм. На второй стадии развития длина соплодия достигает 40 мм, а диаметр – 25 мм. На третьей стадии развития длина составляет 45–50 мм, диаметр – 30–35 мм. Длина кистевидного соцветия на поздней стадии развития достигает 30–40 см.

На первой стадии развития плоды бледно-зеленого цвета, их длина от основания завязи до рыльца составляет 5–6 мм; на второй стадии плоды окрашены в светлорыжий цвет и достигают длины 8–9 мм; на третьей стадии плоды шарлахового цвета и достигают длины 12 мм. Зрелые плоды сростаются в основании и выше до 2/3 длины с соседними плодами.

Структура плода

В плоде *Pandanus polycephalus* выделяются 2 части: полость завязи (проксимальная часть) и «стерильная» («столбиковая», дистальная) часть (Рис. 1 А). На первой стадии развития полость завязи занимает около 1/10 длины плода, а на третьей стадии – до 4/5 длины плода. На поперечном срезе через середину полости завязи (Рис. 1 И, 2 А, Б, Г.) перикарий дифференцирован на экзокарпий, мезокарпий и эндокарпий. В дистальной части плода в перикарии выделяется только на 2 зоны – экзокарпий и мезокарпий (Рис. 1 Д–Ж).

Структура перикарпия проксимальной части плода

На ранней стадии развития плоды плотно прилегают друг к другу и не сростаются. экзокарпий представлен одним слоем палисадных тонкостенных клеток (которые на более зрелых стадиях становятся изодиаметрическими) (Рис. 1 Б, Л; 2 Д). В нижней трети зрелого плода происходит полное срастание плодов, экзокарпий в этой зоне не дифференцирован, граница между двумя соседними плодами хорошо различима (зона срастания) и представлена 2–3 слоями тангентально вытянутых тонкостенных клеток – производных клеток наружной эпидермы и прилегающих слоев мезофилла карпелл (Рис. 2 В). При созревании перед отделением плодов от материнского растения происходит отделение их друг от друга по зоне срастания плодов.

Мезокарпий состоит из 20–30 слоев клеток и разделен на две зоны – периферическую и внутреннюю (Рис. 2 А, Б, Г). Периферическая зона мезокарпия состоит из 10–15 слоев сферических паренхимных клеток, диаметр которых увеличивается центробежно, и включает в себя два круга концентрических проводящих пучков (диаметр пучков периферического круга значительно меньше такового у пучков внутреннего), которые на ранней стадии развития имеют незначительное количество элементов флоэмы, единичные элементы ксилемы и мощные индивидуальные механические обкладки (Рис. 1 И). В процессе развития плода клетки механической обкладки полностью склерифицируются (Рис. 2 А–Д). Внутренняя зона мезокарпия состоит из 10–15 слоев радиально (ближе к периферии перикарпия) и тангентально (ближе к центру) удлинённых клеток. Во внутренней зоне мезокарпия располагается один круг пучков (третий по счету от периферии перикарпия) идентичный по строению с таковыми в периферической зоне, но большего диаметра. Внутренняя зона мезокарпия полностью склерифицируется в процессе развития плода в центростремительном направлении до границы внутреннего круга пучков (Рис. 2 А, Ж).

На первой стадии развития эндокарпий состоит из одного слоя тангентально вытянутых клеток (Рис. 1 М), прямоугольных в поперечном сечении, которые склерифицируются в процессе развития плода, становятся волокноподобными,

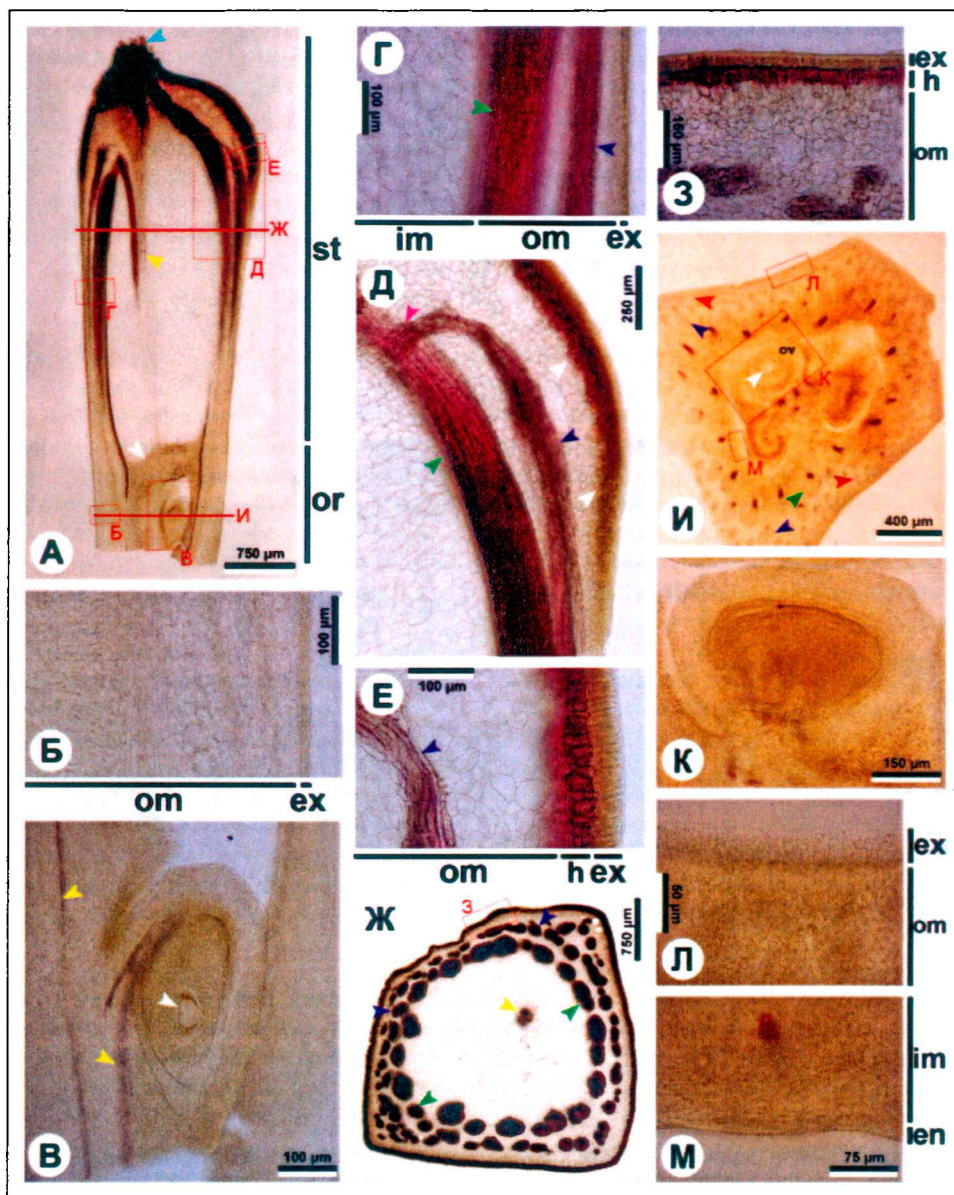


Рис. 1. Анатомия плода *Pandanus polycephalus*, стадия 1. А–Е – продольные срезы. Ж–М – поперечные срезы. А – срез через середину диаспоры; белой стрелкой показана граница косточки, голубой – рыльце, желтой – компитум; красные прямоугольники – увеличенные зоны на рисунках Б–Е; поперечные срезы плода сделаны на уровне Ж, И. Б – экзокарпий и периферическая зона мезокарпия проксимальной части плода. В – полость завязи с единственным семязачатком; желтыми стрелками обозначен компитум, белой – зародыш. Г – перикарпий дистальной части плода; синяя стрелка обозначает внешний круг пучков периферической зоны мезокарпия (то же для рисунков Д–Ж), зеленая – внутренний круг пучков периферической зоны мезокарпия (то же для рисунков Д–Ж). Д – перикарпий дистальной части плода фиолетовая стрелка указывает на слияние внешнего круга пучков с внутренним, белые – гиподерма. Е – периферическая зона мезокарпия. Ж – дистальная часть плода; желтая стрелка указывает на компитум; красный прямоугольник обозначает область увеличения, показанную на рисунке 3. З – экзокарпий и периферическая зона мезокарпия. И – проксимальная часть плода; красные прямоугольники указывают область увеличения, показанную на рисунках К–М; красные стрелки указывают на внешний круг пучков периферической зоны мезокарпия, синие – на внутренний круг пучков периферической зоны мезокарпия, зеленая – на пучок внутренней зоны мезокарпия. К – семязачаток. Л – экзокарпий и периферическая зона мезокарпия. М – внутренняя зона мезокарпия и эндокарпий. Условные обозначения: ep – эндокарпий; ex – экзокарпий; h – гиподерма; im – внутренняя зона мезокарпия; om – периферическая зона мезокарпия; or – часть полости завязи; ov – семязачаток; st – «стерильная» часть.

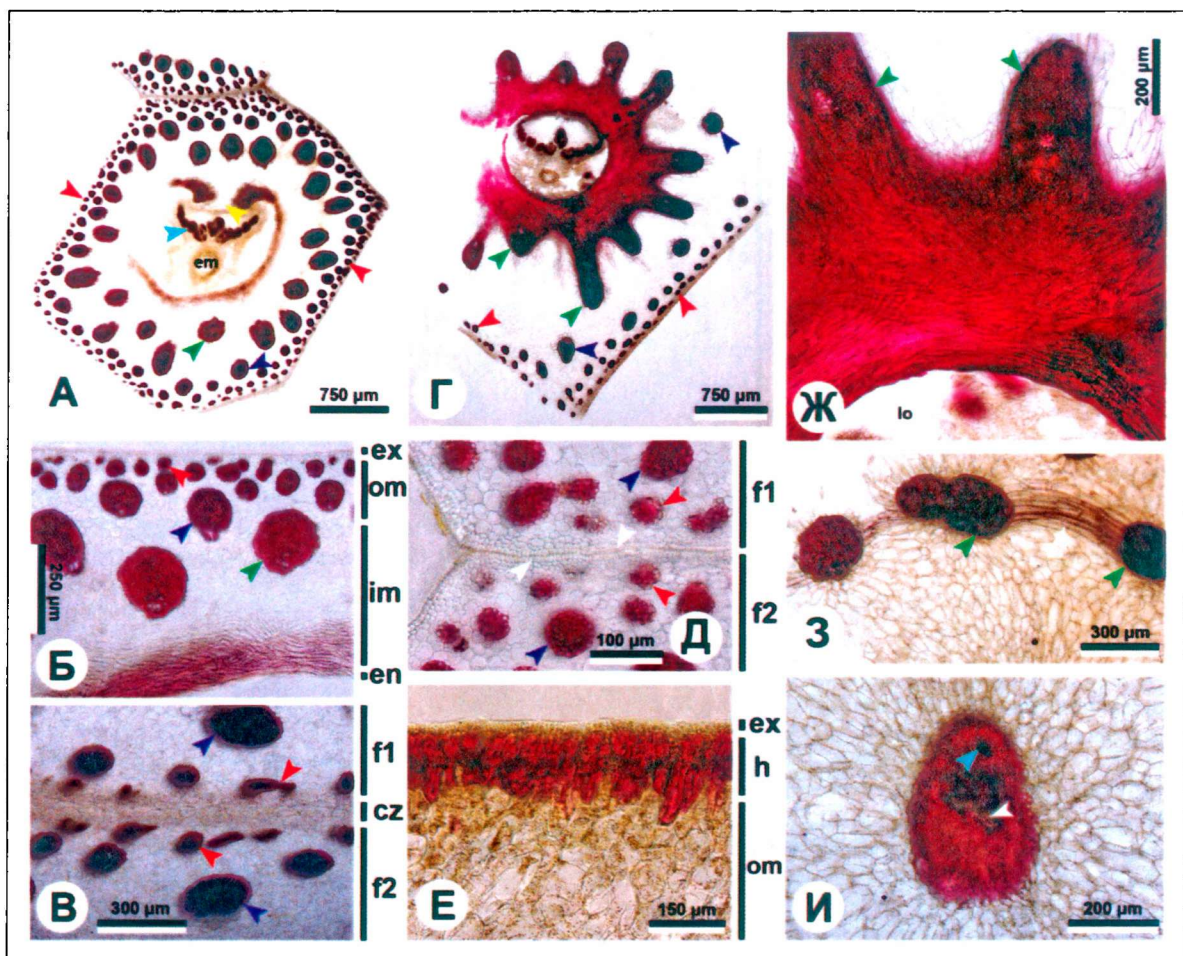


Рис. 2. Анатомия плода *Pandanus polycephalus*, стадии 2 и 3. А–В – стадия 2. Г–И – стадия 3. А–И – поперечные срезы. А, Б, Г, Д, Ж – срезы через середину проксимальной части плода. В – срез через базальную часть проксимальной части плода. Е, 3, И – срез через середину дистальной части плода. А – перикарпий; красные стрелки указывают на внешний круг пучков периферической зоны мезокарпия (тоже для рисунков Б–Д), зеленая – на пучок внутренней зоны мезокарпия (тоже для рисунков Б, Г, Ж), голубая – на проводящий пучок фуникулуса, желтая стрелка – место прикрепления плаценты. Б – фрагмент перикарпия. В – зона срастания двух плодов. Г – перикарпий; зародыш отмечен белой стрелкой. Д – зона соприкосновения двух плодов. Е – фрагмент перикарпия. Ж – строение косточки. 3 – фрагмент перикарпия – зона образование тангентальных тяжей (белая стрелка) между пучками внутреннего круга мезокарпия (зеленые стрелки). И – компитум (белая стрелка), окруженный склерифицированной механической обкладкой; голубая стрелка указывает на проводящие элементы.

Условные обозначения: cz – зона срастания плодов; ем – зародыш; еп – эндокарпий; ех – экзокарпий; f1 – плод 1; f2 – плод 2; h – гиподерма; im – внутренняя зона мезокарпия; lo – полость завязи; om – периферическая зона мезокарпия.

тангентально удлинены, неотличимы от клеток внутренней зоны мезокарпия (Рис. 2 Ж).

Структура перикарпия дистальной части плода

На первой стадии развития экзокарпий имеет палисадную структуру (Рис. 1 Е, 3), в процессе созревания клетки экзокарпия значительно увеличиваются в размерах и

приобретают неправильную форму под давлением разрастающегося мезокарпия (Рис. 2 Е).

Мезокарпий дифференцирован на две зоны – периферическую и внутреннюю. В периферической зоне мезокарпия дифференцирована однослойная гиподерма, склерифицирующаяся в процессе развития базипетально (Рис. 1 Е, 3). Под гиподермой расположены 10–15 слоев

сферических тонкостенных клеток (Рис. 1 Ж, 3), среди которых расположены два круга concentрических проводящих пучков с мощной механической обкладкой, склерифицирующейся базипетально (Рис. 1 А). Периферический круг пучков соответствует внутреннему кругу пучков периферической зоны мезокарпия проксимальной части плода; внутренний – кругу пучков внутренней зоны мезокарпия проксимальной части плода (Рис. 1 Ж). На поздней стадии развития механические обкладки проводящих пучков внутреннего круга в самой дистальной части (9/10 высоты плода) соединяются горизонтальными тяжами, сложенными тангентально удлинёнными склерифицированными клетками (Рис. 2 3). Пучки периферического круга соединяются с пучками внутреннего почти у самого апекса плода (Рис. 1 Д), но соседние пучки каждого круга не соединяются между собой. Внутренняя зона мезокарпия представлена губчатой паренхимой (Рис. 1 Ж), в которой расположен эксцентрический компитум (проводниковая ткань) с мощной механической обкладкой, склерификация которой происходит в нисходящем направлении по мере развития плода (Рис. 1 Ж; 2 И).

Семязачаток (семя)

Единственный анатропный, битегмальный семязачаток (семя) развивается на базальной плаценте, продолжающейся на внутренней стенке полости завязи (Рис. 1 В, К). На самой ранней стадии развития семязачаток снабжён двумя почти симметричными обтураторами (Рис. 1 И), которые облитерируются в процессе развития (Рис. 2 А, Г); фуникулус сильно иннервирован проводящими пучками, механическая обкладка которых полностью склерифицируется на поздней стадии развития (Рис. 2 А, Г).

Обсуждение

Полученные нами данные позволяют выявить следующие структурные особенности зрелого перикарпия *P. polycephalus*: плод дифференцирован на две части: полость завязи (проксимальную) и «стерильную» (дистальную), дифференциация перикарпия в которых отличается.

Для проксимальной части плода *P. polycephalus* характерны следующие особенности: 1.1 – экзокарпий: один слой изодиаметрических тонкостенных клеток; 1.2 – плоды сростаются в нижней трети своей высоты, здесь экзокарпий не представлен, хорошо различима граница между двумя соседними плодами, представленная 2–3 слоями тангентально вытянутых тонкостенных клеток; 1.3 – мезокарпий дифференцирован на периферическую и внутреннюю зоны; 1.4 – периферическая зона мезокарпия состоит из 10–15 слоев паренхимных клеток, диаметр которых увеличивается центростремительно, и имеет два concentрических круга проводящих пучков с мощной склерифицированной механической обкладкой (диаметр пучков периферического круга значительно меньше такового у пучков внутреннего круга); 1.5 – внутренняя зона мезокарпия состоит из 10–15 слоев радиально (ближе к периферии перикарпия) и тангентально (ближе ко внутри) удлинённых

склереид и имеет один круг проводящих пучков; 1.6 – эндокарпий представлен одним слоем тангентально вытянутых волоконподобных склерифицированных клеток; 1.7 – внутренняя зона мезокарпия и эндокарпий формируют косточку.

Для дистальной части плода *P. polycephalus* также характерны некоторые особенности строения: 2.1 – экзокарпий представлен одним слоем тонкостенных клеток неправильной формы; 2.2 – мезокарпий дифференцирован на две зоны – периферическую и внутреннюю; 2.3 – в периферической зоне мезокарпия дифференцируются склеренхимная гиподерма и 10–15 слоев сферических тонкостенных клеток, среди которых расположены два concentрических круга проводящих пучков; 2.4 – внутренняя зона мезокарпия представлена губчатой паренхимой, в которой расположен эксцентрический компитум с мощной склерифицированной механической обкладкой; 2.5 – пучки внутреннего круга в самой дистальной части (9/10 высоты плода) соединяются горизонтальными тяжами из тангентально удлинённых склерифицированных клеток; 2.6 – пучки периферического круга соединяются с пучками внутреннего почти у самого апекса плода.

Развитие перикарпия *Pandanus polycephalus*

Процесс дифференциации перикарпия характеризуют следующие закономерности: 1 – склерификация механической обкладки проводящих пучков мезокарпия начинается на ранних этапах развития плода, заканчивается в зрелом плоде и развивается базипетально (от рыльца к основанию завязи); 2 – гиподерма на ранних этапах развития склерифицируется только в дистальной части «стерильной» зоны плода, на почти зрелой стадии лигнифицируется до уровня полости завязи; 3 – механическая обкладка вокруг компитума склерифицируется на самой ранней стадии развития в дистальной части плода, и к самой поздней стадии развития плода лигнификация достигает уровня апекса полости завязи; 4 – косточка начинает формироваться на ранних этапах развития в противоположных направлениях от места прикрепления плаценты, одновременно с этим с противоположной стороны от плаценты также тангентально и радиально в направлении от центра плода к периферии; 5 – на стадии полностью зрелого плода происходит разрушение тангентально вытянутых клеток в зоне срастания двух соседних плодов, и одновременно с этим происходит отделение плодов от оси соплодия.

Морфогенетический тип плода *Pandanus polycephalus*

Наши оригинальные материалы (Рис. 1, 2) позволяют предположить, что одногнездные диаспоры *Pandanus*, вероятнее всего, являются истинно мономерным (алокарпными), так как имеют эксцентрический компитум (Рис. 1 Ж), а плацентация, наиболее вероятно, сутурально-базальная с явственной сутурой – местом прикрепления плаценты (Рис. 2 А). При такой трактовке, принятии во внимание совокупности особенностей структуры перикарпия и определении одногнездной диаспоры *P.*

polycephalus как плода. плоды этого вида следует рассматривать как костянки *Prunus* типа, которые характеризуются наличием склеренхимной косточки, развивающейся из внутренней зоны мезокарпия и из эндокарпия [16]. В качестве альтернативной интерпретации возможно допустить, что головчатый початок *P. polycephalus* является цветком, развивающимся в плод, а отдельная одногнездная диаспора является мерикарпием, развивающимся из одной карпеллы. В этом случае плод *Pandanus polycephalus* следует определить как пиренарий *Butia* типа, для которого характерно наличие склеренхимной косточки, развивающейся из внутренней зоны мезокарпия и из эндокарпия [16].

Интерпретации женских репродуктивных структур *Pandanus*

Разные авторы предпринимали попытки детерминировать структуру репродуктивных органов рода *Pandanus*. J. G. Baker [17] и O. Warburg [7] рассматривали фалангу, как производное цветка, а U. Martelli и R. Pichi-Sermolli [18] считали, что одногнездные диаспоры являются производными от многогнездных (фаланг), и что эволюция шла по пути редукции числа карпелл. R. E. Vaughan и P. O. Wiehe [19] выдвинули гипотезу, что фаланга – это соцветие из мономерных цветков, развивающееся в соплодие из одногнездных плодов, то есть анцестральный тип цветка для *Pandanus* – мономерный (с апокарпным гинецеем).

B. Stone [11] предложил гипотетический сценарий эволюции мужских и женских соцветий представителей рода *Pandanus*, а также рассмотрел вопрос «границы» цветка (основываясь, в том числе, на атавизмах и тератах в мужских и женских соцветиях).

Stone [11] выдвинул следующие тезисы: анцестральный тип цветка *Pandanus* – обоеполюй; в эволюции цветка имело место 4 вероятных процесса: срастание и фасциация; укорачивание и удлинение осей соцветия; олигомеризация и абортация числа членов цветка; и, возможно, гомеозис – трансформация карпеллы в тычинку и наоборот.

Можно предположить две альтернативные трактовки: фаланги представляют собой результат срастания двух или более цветков с мономерным апокарпным гинецеем или результат срастания двух или более цветков с олигомерным ценокарпным гинецеем. Принимая любую из этих трактовок, мы не можем применять к фаланге термины «многокостянка», так как в первом случае фаланга является соплодием из однокостянок, а во втором – соплодием из пиренариев, согласно терминологии Bobrov & Romanov [16].

Варианты интерпретации женских репродуктивных структур *Pandanus*

Оригинальные и литературные данные об особенностях строения и развития женских репродуктивных органов *Pandanus* не позволяют с высокой степенью достоверности индивидуализировать цветки. Поэтому нами рассмотрены все вероятные трактовки «границы» цветка в Таблице с пояснениями на рисунке 3. Мы допускаем, что для разных внутривидовых таксонов *Pandanus* могут быть

справедливы разные интерпретации из представленных вариантов, особенно для многогнездных диапор. Внимание на разнообразие морфологии которых акцентировал Stone [11]. Для головчатых структур (головок), сложенных одногнездными диаспорами, предложено две интерпретации: 1 – головка – соплодие, одногнездная диаспора – плод (костянка *Prunus* типа) – тип A1 (Рис 3. A1, Табл.); 2 – головка – плод (многогнездный дробный пиренарий *Butia* типа или полимерная костянка *Prunus* типа, если считать, что срастание одногнездных диапор не происходит), одногнездная диаспора – мерикарпий дробного пиренария, развивающийся из одной карпеллы, или плодик полимерной костянки (тип A2, Рис 3. A2, Табл.). Для головчатых структур (головок), сложенных многогнездными диаспорами (фалангами) предложено 4 варианта интерпретации женских репродуктивных структур: 1 – головка является сложным соплодием, фаланга соответствует парциальному соплодию из срастающихся мономерных апокарпных плодов – костянок *Prunus* типа (тип B1, Рис. 3 B1, Табл.); 2 – головка является сложным соплодием, фаланга соответствует парциальному соплодию из срастающихся полимерных ценокарпных плодов – пиренариев *Butia* типа (тип B2, Рис. 3 B2, Табл.); 3 – головка является простым соплодием, фаланга является ценокарпным плодом – пиренарием *Butia* типа (тип B3, Рис. 3 B3, Табл.); 4 – головка является ценокарпным плодом (пиренарием *Butia* типа), фаланга – мерикарпием (группой сросшихся карпелл, тип B4, Рис. 3 B4, Табл.).

Положение завязи *Pandanus*

Положение завязи у *Pandanus* (и *Pandanaceae* в целом) остается дискуссионным. Этот вопрос не был ранее предметно рассмотрен, поэтому, основываясь на оригинальных и литературных данных, мы считаем необходимым обсудить все гипотетические варианты положения завязи у *Pandanus*. Распространенная в литературе трактовка завязи *Pandanaceae* как верхней [13], не представляется нам бесспорной, к тому же многие процитированные авторы не указывают положение завязи *Pandanaceae*, однако, исходя из приводимых ими описаний женских фрутификаций [13, 18, 12], именно такая интерпретация вытекает однозначно (авторы указывали на наличие наружного вентрального шва у карпеллы). Наличие большого количества проводящих пучков (в проксимальной части три круга, в дистальной – два), по нашему мнению, является признаком именно нижней завязи: три круга проводящих пучков могут соответствовать членам цветка (сегментам перианта и тычинкам), которые, вероятно, абортывались в процессе регрессирующей специализации цветка.

При этом есть три варианта генезиса нижней завязи [20, 21]: 1 – аппендикулярная нижняя завязь; 2 – рецептакулярная нижняя завязь; 3 – комбинированная нижняя завязь (в проксимальной части – рецептакулярная, в дистальной – аппендикулярная). Для *Pandanus* мы считаем возможным допустить все три варианта. В таком случае для интерпретаций 1 и 3, считаем, что проксимальная часть завязи может иметь рецептакулярное происхождение, а дистальная

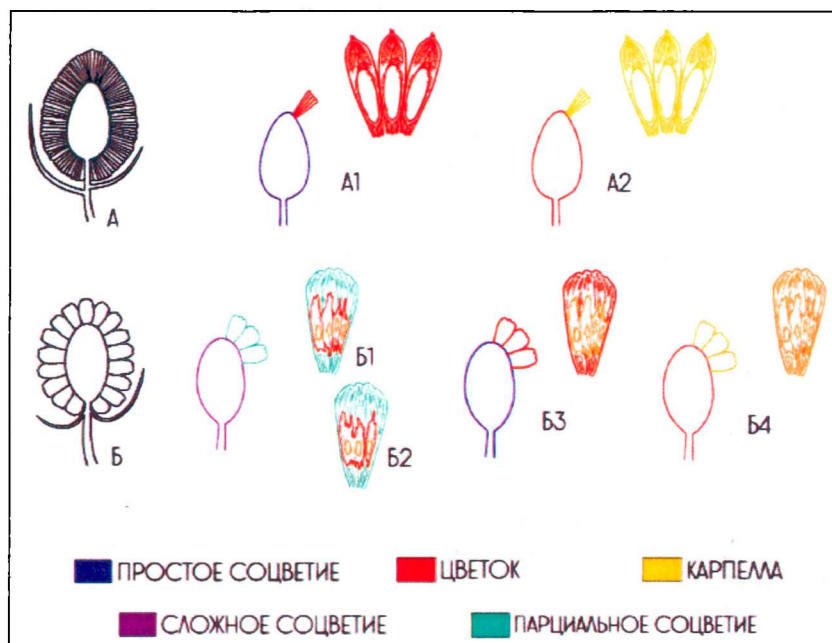


Рис. 3. Интерпретация женских репродуктивных органов *Pandanus*. А – общий вид головки из одногнездных диаспор (по В. Stone, 1968). Б – общий вид головки из многогнездных диаспор (фаланг) (по В. Stone, 1968). А 1–2, Б1–4 – типы интерпретации, соответствующие таковым в таблице

Таблица. Варианты интерпретации женских репродуктивных структур *Pandanus*

Тип срастающихся диаспор	Интерпретация совокупности сросшихся диаспор (фаза цветения – фаза плодоношения)		Отдельная диаспора	Гинецей	Тип плода (классификация Bobrov & Romanov, 2019)	Тип
Одногнездные диаспоры (А)	соцветие – соплодие		плод	мономерный апокарпный	костянка Prunus типа	А1
	цветок – плод		плодик или мерикарпий, развивающийся из одной карпеллы	полимерный спиральный апокарпный или полимерный спиральный гемисинкарпный	костянка Prunus типа или пиренарий Butia типа	А2
Многогнездные диаспоры (фаланги) (Б)	Отдельная фаланга	Совокупность сросшихся фаланг				
	парциальное соцветие – парциальное соплодие	сложное соцветие – сложное соплодие	парциальное соплодие	мономерный апокарпный	костянка Prunus типа	Б1
				полимерный спиральный (?) ценокарпный	пиренарий Butia типа	Б2
	цветок – плод	простое соцветие – простое соплодие	плод	полимерный спиральный (?) ценокарпный	пиренарий Butia типа	Б3
	группа карпелл одного цветка – мерикарпий, развивающийся из нескольких карпелл одного цветка	цветок – плод	мерикарпий, развивающийся из нескольких карпелл одного цветка	полимерный спиральный (?) ценокарпный (смешанный - гемисинкарпный из ценокарпных групп карпелл - ?)	пиренарий Butia типа	Б4

– аппендикулярное). В этом случае гинецей следует считать мономерным, а одногнездная диаспора развивается из отдельного цветка. В случае принятия интерпретации 2 справедливыми могут быть два предположения: гинецей мономерный, одногнездная диаспора соответствует цветку; либо гинецей полимерный, одногнездная диаспора соответствует плодику или мерикарпию, развивающемуся из одной карпеллы.

По нашему мнению, весьма вероятно, что завязь *Pandanus* является полунижней. В пользу этого тезиса может свидетельствовать меньшее число кругов проводящих пучков в дистальной части плода (два круга) и большее в проксимальной части (три круга), из которых внешний круг может соответствовать проводящей системе абортировавшихся тычинок первично бесполового (ахламидного) цветка, как предполагал Stone [11].

Генезис полунижней завязи *Pandanus* может быть описан двумя интерпретациями: 1 – аппендикулярная (тогда гинецей мономерный, одногнездная диаспора соответствует цветку); или 2 – рецептакулярная (тогда гинецей мономерный, одногнездная диаспора соответствует плоду, либо гинецей полимерный, одногнездная диаспора соответствует плодику или мерикарпию, развивающемуся из одной карпеллы (каждая карпелла погружается в цветоложе независимо от других карпелл того же цветка).

Завязь *Pandanus* может являться и верхней. В пользу этого предположения свидетельствует наличие стаминодиев при одногнездных диаспорах некоторых видов *Pandanus* [11]. В этом случае гинецей может быть либо мономерным апокарпным (одногнездная диаспора соответствует плоду), либо полимерным апокарпным (одногнездная диаспора соответствует плодику) или полимерным ценокарпным (одногнездная диаспора соответствует мерикарпию, развивающемуся из одной карпеллы).

Заключение

В результате проведенного исследования были выявлены структура и особенности развития перикарпия одногнездных диапор *P. polycephalus*. Диаспора дифференцирована на две части: дистальную и проксимальную. В дистальной части экзокарпии представлен одним слоем клеток неправильной формы, непосредственно под которым находится однослойная гиподерма мезокарпия, склерифицирующаяся на поздней стадии развития. В мезокарпии дистальной части расположено два концентрических круга проводящих пучков с мощной механической обкладкой. Внутренняя зона мезокарпия представлена губчатой паренхимой, в которой расположен эксцентрический компитум. В проксимальной части экзокарпии представлен одним слоем тонкостенных клеток. Зона срастания соседних диапор представлена 2–3 слоями тангентально вытянутых тонкостенных клеток. Периферическая зона мезокарпия представлена паренхимными клетками, диаметр которых увеличивается центростремительно. В мезокарпии расположено три концентрических круга проводящих пучков с мощной механической обкладкой.

Склеренхимная косточка формируется на поздней стадии развития из внутренней зоны мезокарпия и эндокарпия и представлена тангентально и радиально вытянутыми волоконноподобными клетками.

Описанная структура перикарпия позволяет нам высказать два предположения: 1 – головку как соплодие и одногнездную диаспору как плод (костянку *Prunus* типа); или 2 – головку как плод (пиренарий *Butia* типа) и одногнездную диаспору как мерикарпий, развивающийся из одной карпеллы.

Имеющиеся оригинальные данные (в том числе неопубликованные) не позволяют нам на данном этапе исследований достоверно определить границу цветка у представителей рода *Pandanus*. Для тестирования описанных выше гипотез относительно интерпретации одногнездных диапор, важным объектом дальнейших исследований должны стать многогнездные диаспоры (фаланги), о природе которых мы можем в настоящее время сформулировать 4 предположения: 1 – головка – сложное соплодие, фаланга – парциальное соплодие из срастающихся мономерных апокарпных плодов (костянок *Prunus* типа); 2 – головка – сложное соплодие, фаланга – парциальное соплодие из срастающихся полимерных ценокарпных плодов (пиренариев *Butia* типа); 3 – головка – простое соплодие, фаланга – ценокарпный плод (пиренарий *Butia* типа); 4 – головка – ценокарпный плод (пиренарий *Butia* типа), фаланга – мерикарпий (группа сросшихся карпелл).

Исследования развития цветка (начиная с самых ранних стадий – инициации примордиев карпелл/гинецея), а также гистогенеза плодов *Pandanus* у представителей различных секций рода могут позволить решить проблему интерпретации природы женских репродуктивных структур.

Исследование выполнено в рамках ГЗ ГБС РАН (№18-118021490111-5) на базе УНУ «Фондовая оранжерея»

Благодарности

Авторы признательны М. С. Ямбурову (Сибирский ботанический сад, Томск), В. Е. Гаю (Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова) за ценные методические советы и помощь в подготовке материалов к препарированию, за помощь в поиске библиографической информации Е. В. Ткачевой и С. А. Видановой (БЕН РАН). Отдельно авторы хотят выразить свою признательность М. А. Филипповой (ГБС РАН) за подготовку рисунка 3 к настоящей рукописи.

Список литературы

1. Chase M.W., Christenhusz M.J.M., Fay M.F., Byng J.W., Judd W.S., Soltis D.E., Stevens P.F. 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. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>

2. Bentham G., Hooker J.D. *Genera Plantarum*. Vol. III. Ps. 1 & 2. Nyctagineas – Ceratophylleas, Gnetaceas – Cycadaceas & Hydrocharideas – Gramineas. London: Reeve & Co, 1880. 1258 p.

3. Cronquist A. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. New York: Columbia University Press, 1981. 1262 p.

4. Nur Y.N., Rugayah R. Variasi morfologi *Pandanus polycephalus* Lam. Di kebun raya Bogor. *Floribunda*. 2012. 4(4). P. 83–87. <https://doi.org/10.32556/floribunda.v4i4.2012.94>

5. Takhtajan A. *Flowering Plants*. Berlin: Springer, 2009. 871 p

6. Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. Ленинград: Наука, 1987. 439 с.

7. Warburg, O. *Pandanaceae* // Engler, A. *Das Pflanzenreich*. 3 (IV. 9). Leipzig, 1900. P. 1–97.

8. Бобров А.В., Меликян А.П., Романов М.С. Морфогенез плодов Magnoliophyta. Москва: URSS, 2009. 398 с.

9. Baillon H. *Histoire des plantes*. Vol. 13. Paris: Hachette, 1895. 523 p.

10. Solms-Laubach H. *Pandanaceae* // Engler A. *Die natürlichen Pflanzenfamilien*. II. Teil. I. Abt. Leipzig: W. Engelmann, 1889. S. 186–191.

11. Stone B.C. Morphological studies in *Pandanaceae*. I. *Staminodia and pistillodia of Pandanus and their hypothetical significance*. *Phytomorphology*. 1968. 18(4). P. 498–509.

12. Solms-Laubach H. Über den Bau von Blüthe und Frucht in der Familie der *Pandanaceae*. *Botanische Zeitung*. 1878. 21 P. 321–359.

13. Dahlgren R.M.T., Clifford H.T., Yeo P.F., Jakobsen K. *Superorder Pandaniflorae* // Dahlgren R.M.T., Clifford H.T., Yeo P.F. *The Families of Monocotyledons. Structure, Evolution, and Taxonomy*. Berlin: Springer, 1985. P. 480–485.

14. Sianipar F.R., Santosa D.N. Morphological and anatomical structure of red fruit (*Pandanus conoideus* Lam.). *KnE Social Sciences*. 2016. P. 37–43. <https://doi.org/10.18502/kss.v1i1.432>

15. Прокина М.Н. Ботаническая микротехника: Учебное пособие. Москва: Высшая школа, 1960. 207 с.

16. Bobrov A.V., Romanov M.S. Morphogenesis of fruits and types of fruit of angiosperms. *Botany Letters*. 2019. 166(3). P. 366–399. <https://doi.org/10.1080/23818107.2019.1663448>

17. Baker J.G. *Flora of Mauritius and the Seychelles: a description of the flowering plants and ferns of those islands*. London: L. Reeve & Company, 1877. 557 p.

18. Martelli U., Pichi-Sermolli R. Less *Pandanaceae* recoltées par Henri Perrier de la Bathie a Madagascar. *Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar. Série B* 1. 1951 P. 1–174.

19. Vaughan R. E., Wiehe P.O. The genus *Pandanus* in the Mascarene Islands. *Botanical Journal of the Linnean Society* 1953. 55. P. 1–34.

20. Douglas G.E. The inferior ovary. *Botanical Review*. 1944. 10. P. 125–186.

21. Douglas G. E. The inferior ovary. II. *Botanical Review*. 1957. 23. P. 1–46.

References

1. Chase M.W., Christenhusz M.J.M., Fay M.F., Byng J.W., Judd W.S., Soltis D.E., Stevens P.F. 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. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>

2. Bentham G., Hooker J.D. *Genera Plantarum*. Vol. III. Ps. 1 & 2. Nyctagineas – Ceratophylleas, Gnetaceas – Cycadaceas & Hydrocharideas – Gramineas. London: Reeve & Co, 1880. 1258 p.

3. Cronquist A. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. New York: Columbia University Press, 1981. 1262 p.

4. Nur Y.N., Rugayah R. Variasi morfologi *Pandanus polycephalus* Lam. Di kebun raya Bogor. *Floribunda*. 2012. 4(4). P. 83–87. <https://doi.org/10.32556/floribunda.v4i4.2012.94>

5. Takhtajan A. *Flowering Plants*. Berlin: Springer, 2009. 871 p.

6. Takhtajan A.L. *Systema magnoliophytov* [The Magnoliophyte system]. Leningrad: Nauka [Leningrad: Science], 1987. 439 p.

7. Warburg, O. *Pandanaceae* // Engler, A. *Das Pflanzenreich*. 3 (IV. 9). Leipzig, 1900. P. 1–97.

8. Bobrov. A.V., Melikyan A.P., Romanov M.S. *Morphogenesis of Magnoliophyta* [Morphogenesis of magnoliophyta fruits] Moscow: URSS, 2009. 398 p.

9. Baillon H. *Histoire des plantes*. Vol. 13. Paris: Hachette, 1895. 523 p.

10. Solms-Laubach H. *Pandanaceae* // Engler A. *Die natürlichen Pflanzenfamilien*. II. Teil. I. Abt. Leipzig: W. Engelmann, 1889. S. 186–191.

11. Stone B.C. Morphological studies in *Pandanaceae*. I. *Staminodia and pistillodia of Pandanus and*

their hypothetical significance. Phytomorphology. 1968. 18(4). P. 498–509.

12. Solms-Laubach H. Über den Bau von Blüte und Frucht in der Familie der Pandanaceae. Botanische Zeitung. 1878. 21 P. 321–359.

13. Dahlgren R.M.T., Clifford H.T., Yeo P.F., Jakobsen K. Superorder Pandaniflorae // Dahlgren R.M.T., Clifford H.T., Yeo P.F. The Families of Monocotyledons. Structure, Evolution, and Taxonomy. Berlin: Springer, 1985. P. 480–485.

14. Sianipar F.R., Santosa D.N. Morphological and anatomical structure of red fruit (*Pandanus conoideus* Lam.). KnE Social Sciences. 2016. P. 37–43. <https://doi.org/10.18502/kss.v1i1.432>

15. Prozina M.N. Botanicheskaya tekhnika: uchebnoe posobie [Botanical technique: textbook]. Moscow: Vysshaya shkola [Moscow: Higher school], 1960. 207 p.

16. Bobrov A.V., Romanov M.S. Morphogenesis of fruits and types of fruit of angiosperms. Botany Letters. 2019. 166(3). P. 366–399. <https://doi.org/10.1080/23818107.2019.1663448>.

17. Baker J.G. Flora of Mauritius and the Seychelles: a description of the flowering plants and ferns of those islands. London: L. Reeve & Company, 1877. 557 p.

18. Martelli U., Pichi-Sermolli R. Less Pandanaceae recoltées par Henri Perrier de la Bathie à Madagascar. Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar. Série B 1. 1951 P. 1–174.

19. Vaughan R.E., Wiehe P.O. The genus *Pandanus* in the Mascarene Islands. Botanical Journal of the Linnean Society 1953. 55. P. 1–34.

20. Douglas G.E. The inferior ovary. Botanical Review. 1944. 10. P. 125–186.

21. Douglas G.E. The inferior ovary. II. Botanical Review. 1957. 23. P. 1–46.

Информация об авторах

Здравчев Никита Сергеевич, магистр, мл.н.с.

E-mail: zdravchevnikita@yandex.ru

Романов Михаил Сергеевич, канд. биол. наук, вед.н.с., зав. лабораторией

E-mail: romanovmikhail@hotmail.com

Иовлев Пётр Сергеевич, бакалавр, садовый рабочий

E-mail: iolev.petr@gmail.com

Тимченко Антон Сергеевич, магистр, агроном

E-mail: ant.tim4enko@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н. В. Цицина РАН
127276 Российская Федерация, Москва, Ботаническая ул., д. 4

Бобров Алексей Владимирович, д-р. биол. наук, профессор РАН

E-mail: avfch_bobrov@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

119991 Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1

Information about the authors

Zdravchev Nikita Sergeevich, Master's degree, Junior Researcher

E-mail: zdravchevnikita@yandex.ru

Romanov Mikhail Sergeevich, PhD, Head of Laboratory, Leader Researcher

E-mail: romanovmikhail@hotmail.com

Iovlev Petr Sergeevich, Bachelor's degree, Gardener

E-mail: iolev.petr@gmail.com

Timchenko Anton Sergeevich, Master's degree, Agronomist

E-mail: ant.tim4enko@yandex.ru

Federal State Budgetary Institution of Science Tsitsin Main Botanical Garden, Russian Academy of Sciences

127276 Russian Federation, Moscow, Botanicheskaya st., 4

Bobrov Alexey Vladimir, Dr. Sci. Biol., Professor of RAS

E-mail: avfch_bobrov@mail.ru

Lomonosov Moscow State University, Ministry of Education and Science of the Russian Federation

119991, Russian Federation, Moscow, Leninskie Gory, 1

^{1,2,3} **Д.А. Черепенина**

мл.н.с., аспирант

E-mail: diana0075@mail.ru

² **Е.Э. Мучник**

д-р. биол. наук, доцент, вед.н.с.

E-mail: emuchnik@outlook.com

¹ ФГБУН Главный ботанический сад

им. Н.В. Цицина РАН

Москва, Российская Федерация

² ФГБУН Институт лесоведения РАН

Успенское, Московская обл., Российская Фе-

дерация

³ ФГАОУВО Российский университет дружбы

народов, Министерство науки и высшего об-

разования РФ

Москва, Российская Федерация

Роль парков музеев-заповедников в сохранении биоразнообразия лихенофлоры Московского региона

В 2016–2020 гг. в Москве и Московской области общепринятыми лихенологическими методами проведены обследования 9 парков музеев-заповедников (музеев-усадьб). В результате выявлено 155 видов: 145 лишайников, 6 близких к ним нелихенизированных грибов и 4 лихенофильных гриба, что составляет более трети лихенофлоры Московского региона. Наибольшие коэффициенты специфичности лихенофлоры характерны для парков с высоким разнообразием субстратов и наличием «близких к лесным» местообитаний. Обнаруженные редкие, индикаторные и охраняемые виды лишайников подтверждают важную роль старинных парков музеев-заповедников для сохранения биоразнообразия лихенофлоры Московского региона.

Ключевые слова: лихенофлора, биоразнообразие, индикаторные виды, редкие виды, старинный парк, музей-заповедник, Красная книга, Московский регион.

^{1,2,3} **D.A. Cherepenina**

Junior Researcher, Postgraduate Student

E-mail: diana0075@mail.ru

² **E.E. Muchnik**

Dr. Sci. Biol., Associate Professor, Leading

Researcher

E-mail: emuchnik@outlook.com

¹ Federal State Budgetary Institution of Science

Tsitsin Main Botanical Garden Russian Academy

of Sciences

Moscow, Russian Federation

² Institute of Forest Science Russian Academy of

Sciences

Uspenskoe, Moscow region, Russian Federation

³ Peoples' Friendship University of Russia,

Ministry of Science and Higher Education

Moscow, Russian Federation

The role of museums-reserves parks in the conservation biodiversity of the lichen flora of the Moscow Region

Nine parks of the museum-reserves (museums-estates) in Moscow and the Moscow region were examined using generally accepted lichenological methods in 2016–2020. As a result, 155 species were identified: 145 lichens, 6 non-lichenized fungi and 4 lichenicolous fungi, which amounts to more than one third of the lichen flora of the Moscow Region. The highest specificity coefficients of lichen flora are characteristic of the parks with a high diversity of substrates and the presence of «close to forest» habitats. The discovered rare, indicator and protected species of lichens confirm the important role of old parks of the museum-reserves for the conservation biodiversity of the lichen flora of the Moscow Region.

Keywords: lichen flora, biodiversity, indicator species, rare species, old park, museum-reserve, Red Data Book, Moscow Region.

DOI: 10.25791/BBGRAN.04.2021.1099

Введение

Концепция объединения исследований в области биологического и культурного разнообразия («Биокультурное разнообразие») для зеленых пространств в городах хорошо зарекомендовала себя в транснациональном масштабе [1]. Охраняемые на федеральном уровне, как часть государственного историко-культурного наследия, музеи-заповедники (музеи-усадьбы), включающие старинные парки и лесопарки, имеют большое значение для сохранения биоразнообразия, преимущественно естественной зональной биоты [2–7 и др.]. Несмотря на то, что лишенофлора парков музеев-заповедников неоднократно становилась объектом исследований в Центральной России [8–10 и др.], в Московском регионе (г. Москва и Московская область) она изучена недостаточно. К началу наших исследований из 20 усадебных парков, входящих в состав 14 музеев-заповедников, имелись лишь фрагментарные данные о лишенофлоре двух парков: «Царицыно» [11] и «Коломенское» [12, 13].

Цель работы – выявление биоразнообразия лишенофлоры парков музеев-заповедников Московского региона. Задачи: сбор и камеральная обработка лишенологических материалов; таксономический анализ, оценка разнообразия (в том числе – охраняемых видов, видов-индикаторов биологически ценных лесных и парковых сообществ) и коэффициентов специфичности выявленной лишенофлоры; создание лишенологического гербария парков музеев-заповедников Московского региона; организация и ведение соответствующей электронной базы данных.

Материалы и методы. За 2016–2020 гг. в Московском регионе проведены обследования 9 парков музеев-заповедников (музеев-усадб): «Абрамцево», А.С. Пушкина (усадьбы «Вязёмы», «Захарово»), «Остафьево» – «Русский Парнас» [14], «Горки Ленинские» [15], «Подолье», Д.И. Менделеева и А.А. Блока (усадьбы «Тараканово», «Бобловс»), «Останкино». Территории всех обследованных парков лежат в подзоне хвойно-широколиственных лесов Русской равнины и характеризуются умеренно-континентальным климатом [16]. В насаждениях преобладают типичные для подзоны *Acer platanoides* L., *Betula* sp., *Pinus sylvestris* L., *Quercus robur* L., *Tilia cordata* Mill.

Сбор и камеральная обработка материалов осуществлялись с использованием общепринятых лишенологических методов [17] в Институте лесоведения РАН, проверка правильности определений некоторых образцов проведена в лишенологическом гербарии Ботанического института имени В.Л. Комарова (БИН) РАН (LE L). Идентифицированные материалы, в основном, хранятся в гербарии МНА, организована и ведётся электронная база данных в программе MS Excel, в настоящее время включающая сведения о 2667 образцах.

При определении субстратной приуроченности виды деревьев и кустарников (за исключением видов берёз и тополей, учитываемых на уровне родов) рассматриваются в качестве различных субстратов, поскольку зачастую имеют разные физические и химические свойства. Как

отдельные субстраты также учитываются обработанная древесина (часто пропитанная олифой или окрашенная) и сухой или гниющий валеж.

Под «макронишами» для обитания лишайников здесь мы полагаем разные типы местообитаний в обследованных парках: регулярные аллеи (как правило, липовые или берёзовые); отдельные группы деревьев и кустарников (в том числе, интродуцентов); фруктовые сады; лесопарковые зоны по берегам водоёмов (рек, прудов) и в оврагах; гроты, плотины и другие сооружения из искусственных каменных субстратов. «Микрониши» или микро-местообитания – разные высоты на стволах форофитов (прикомлевой и стволовой горизонты, трещины коры на старовозрастных деревьях, ветки), валеж и пни разной степени разложения, разные экспозиции склонов оврагов, в разной степени разрушенный искусственный каменный субстрат.

Объём семейств принят согласно N.N. Wijayawardene et al. [18]. Использована, в основном, номенклатура постоянно обновляемого ресурса [19] с учетом вышеуказанной работы [18], где род *Tuckermannopsis* не выделен и включен в род *Nephromopsis*. Охраняемые виды приведены согласно Красной книге г. Москвы [20] и Красной книге Московской области [21], виды-индикаторы биологически ценных лесных и парковых сообществ подзоны хвойно-широколиственных лесов выделены с использованием работы Е.Э. Мучник [22]. Коэффициенты специфичности видового состава лишенофлоры обследованных парков (K) вычисляли по формуле: $K = (a/b) * 100$; где a – количество видов, встречающихся только в одном из обследованных парков; b – общее число видов, обнаруженных во всех обследованных парках.

Результаты и обсуждение

В результате проведённых исследований выявлено 155 видов: 145 лишайников, 6 близких к ним нелихенизированных грибов и 4 лишенофильных гриба (в таблице обозначены «+» и «*», соответственно) из 70 родов, включённых в 37 семейств (табл. 1).

Заметим, что количество выявленных видов в обследованных парках составляет более 1/3 (34.4%) от числа видов, известных на данный момент на территории Московского региона (около 450 видов) [23, 11, 24, 25 и др.].

Среднее число видов в семействе – 4.2. К ведущим семействам, содержащим от 4 видов и выше, относятся Parmeliaceae, Lecanoraceae, Physciaceae, Ramalinaceae, Teloschistaceae, Cladoniaceae, Arthoniaceae, Candelariaceae, Coniocybaeae. Они включают 111 видов и составляют 71.6% от общего состава исследованной лишенофлоры. Спектр ведущих семейств в целом совпадает с таковым для лесной зоны Московского региона [24] с учётом современных изменений для таксонов ранга семейства. Особый интерес представляет наличие в этом спектре Arthoniaceae и Coniocybaeae как характерных для естественных лесных массивов.

Наибольшим видовым богатством лишенофлоры характеризуются парки музеев-заповедников «Горки Ленинские» и «Абрамцево», а наименьшим – парки усадеб «Захарово» и «Останкино» (табл. 2).

Охрана растительного мира

Таблица 1. Таксономический состав лишенофлоры обследованных парков

Семейство	Число родов/видов	Род	Число видов
Acarosporaceae	2/2	<i>Acarospora</i> <i>Sarcogyne</i>	1 1
Arthoniaceae	1/7	<i>Arthonia</i>	7
Arthopyreniaceae	2/3	<i>Arthopyrenia</i> + <i>Mycomicrothelia</i>	1 2
Caliciaceae	2/3	<i>Amandinea</i> <i>Buellia</i>	1 2
Candelariaceae	2/6	<i>Candelaria</i> <i>Candelariella</i>	1 5
Catillariaceae	1/1	<i>Catillaria</i>	1
Cladoniaceae	2/8	<i>Cladonia</i> <i>Lepraria</i>	5 3
Coniocybaceae	1/5	<i>Chaenotheca</i>	5
Didymosphaeriaceae	1/1	+ <i>Julella</i>	1
Filobasidiaceae	1/1	* <i>Heterocephalacria</i>	1
Fuscideaceae	1/2	<i>Fuscidea</i>	2
Graphidaceae	1/1	<i>Graphis</i>	1
Gyalectaceae	1/1	<i>Gyalecta</i>	1
Hypocreales	1/1	* <i>Illosporopsis</i>	1
Kirschsteinioteliales	1/1	* <i>Taeniolella</i>	1
Lecanographaceae	1/1	<i>Alyxoria</i>	1
Lecanoraceae	3/21	<i>Lecanora</i> <i>Lecidella</i> <i>Myriolecis</i>	12 4 5
Lecanorales	1/1	<i>Catinaria</i>	1
Lecideaceae	1/2	<i>Lecidea</i>	2
Monoblastiaceae	1/1	<i>Anisomeridium</i>	1
Naetrocymbaceae	2/3	+ <i>Leptorhaphis</i> <i>Naetrocymbe</i>	2 1
Ophioparmaceae	1/1	<i>Hypocenomyce</i>	1
Parmeliaceae	12/22	<i>Bryoria</i> <i>Cetraria</i> <i>Evernia</i> <i>Hypogymnia</i> <i>Melanelixia</i> <i>Melanohalea</i> <i>Nephromopsis</i> <i>Parmelia</i> <i>Parmelina</i> <i>Parmeliopsis</i> <i>Pseudevernia</i> <i>Usnea</i>	1 1 2 2 3 5 1 1 1 1 1 3
Peltigeraceae	1/1	<i>Peltigera</i>	1
Pezizomycotina	1/1	<i>Biatoridium</i>	1
Phlyctidaceae	1/1	<i>Phlyctis</i>	1

Охрана растительного мира

Семейство	Число родов/видов	Род	Число видов
Physciaceae	4/17	<i>Phaeophyscia</i>	2
		<i>Physcia</i>	7
		<i>Physconia</i>	5
		<i>Rinodina</i>	3
Phyllachoraceae	1/1	<i>*Lichenochora</i>	1
Pilocarpaceae	1/1	<i>Micarea</i>	1
Pycnoraceae	1/2	<i>Pycnora</i>	2
Ramalinaceae	4/14	<i>Bacidina</i>	2
		<i>Biatora</i>	3
		<i>Lecania</i>	7
		<i>Ramalina</i>	2
Scoliciosporaceae	1/2	<i>Scoliciosporum</i>	2
Strangosporaceae	1/2	<i>Strangospora</i>	2
Teloschistaceae	7/11	<i>Athallia</i>	2
		<i>Caloplaca</i>	2
		<i>Polycauliona</i>	2
		<i>Rusavskia</i>	1
		<i>Xanthocarpia</i>	1
		<i>Xanthomendoza</i>	2
		<i>Xanthoria</i>	1
Tephromelataceae	1/1	<i>Violella</i>	1
Trapeliaceae	3/3	<i>Placynthiella</i>	1
		+ <i>Sarea</i>	1
		<i>Trapeliopsis</i>	1
Verrucariaceae	1/3	<i>Verrucaria</i>	3
Итого: 37	70		155

Музей-заповедник	Расположение	Площадь, га	Количество субстратов	Число видов
МЗ «Горки Ленинские»	Ленинский ГО, п. Горки Ленинские	224,3	33	96
МЗ «Абрамцево»	Сергиево-Посадский ГО. с. Абрамцево	48,8	11	74
МУ «Остафьево»	г. Москва, НАО	39,7	20	70
МЗ Д.И. Менделеева и А.А. Блока, усадьба «Тараканово»	ГО Солнечногорск, с. Тараканово	4,5	18	60
МЗ Д.И. Менделеева и А.А. Блока, усадьба «Боблово»	ГО Клин, дер. Боблово	25,4	19	59
МЗ А.С. Пушкина, усадьба «Вязёмы»	Одинцовский ГО, п. Большие Вязёмы	15	27	55
МЗ «Подолье»	ГО Подольск	13,1	17	39
МУ «Останкино»	г. Москва, СВАО	15,6	9	31
МЗ А.С. Пушкина, усадьба «Захарово»	Одинцовский ГО, дер. Захарово	17	10	29

Примечание: МЗ – музей-заповедник. МУ – музей-усадьба; ГО – городской округ; АО – административный округ; НАО – Новомосковский административный округ; СВАО – Северо-Восточный административный округ.

На территории нескольких обследованных парков выявлены охраняемые виды, занесённые в Красные книги города Москвы и Московской области: *Bryoria fuscescens* (Gyeln.) Brodo & D. Hawksw., *Cladonia macilenta* Hoffm., *Evernia prunastri* (L.) Ach., *Parmelina tiliacea* (Hoffm.) Hale, *Ramalina farinacea* (L.) Ach., *Usnea dasopoga* (Ach.) Nyl., *U. hirta* (L.) Weber ex F.H. Wigg., *U. subfloridana* Stirt. [14 с дополнениями].

Полученные данные сравнимы со сведениями по разнообразию лишенофлоры и охраняемым видам, выявленными по современным исследованиям (начиная с 2000 г.) в Московском регионе на особо охраняемых природных территориях федерального значения. В Приокско-Террасном государственном заповеднике (площадь 49,6 тыс. га) отмечены 108 видов, из них 9 охраняемых (данные о 138 видах лишайников, имеющиеся на официальном сайте заповедника, невозможно подтвердить или опровергнуть из-за отсутствия списка и ссылки на авторов исследования) [21, 26]. В национальном парке «Лосинный остров» (площадь 12,5 тыс. га) – 130 видов, из них 13 охраняемых [11, 20, 21, 27, 28, с дополнениями авторов].

В обследованных парках отмечены виды-индикаторы биологически ценных лесных и парковых сообществ подзоны хвойно-широколиственных лесов: *Alyxoria varia* (Pers.) Ertz & Tehler, *Arthonia atra* (Pers.) A. Schneid., *A. helvola* (Nyl.) Nyl., *Biatoridium monasteriense* J. Lahm ex Kõrb., *Caloplaca obscurella* (J. Lahm ex Kõrb.) Th. Fr., *Catinaria atropurpurea* (Schaer.) Vězda & Poelt, *Chaenotheca hispidula* (Ach.) Zahlbr., *Ch. stemonea* (Ach.) Müll. Arg., *Melanelixia subargentifera* (Nyl.) O. Blanco et al., *Parmelina tiliacea*, *Physconia perisidiosa* (Erichsen) Moberg. Обнаружены также виды преимущественно «лесной» экологии: *Arthonia mediella* Nyl., *Chaenotheca chrysocephala* (Turner ex Ach.) Th. Fr., *Graphis scripta* (L.) Ach., *Melanohalea*

septentrionalis (Lyngé) O. Blanco et al., *Peltigera praetextata* (Flörke ex Sommerf.) Zopf и др.

Коэффициенты специфичности (К), представленные в таблице 3, свидетельствуют об уникальности видового состава лишенофлоры большинства парков, вследствие чего становится очевидной необходимость сохранения парковых сообществ как совокупности макро- и микрониз для обитания лишайников вышеперечисленных категорий.

Анализ данных по выявленному видовому богатству и коэффициентам специфичности лишенофлор изученных парков показывает следующее. Площадь территории, по-видимому, напрямую не оказывает значительного влияния на показатель видового богатства лишенофлоры: например, в парке усадьбы «Тараканово» площадью 4,5 га выявлено 60 видов, а в парке «Горки Ленинские», площадь которого больше почти в 50 раз, видовое богатство составляет 96 видов, превышая таковое в «Тараканово» только чуть более чем в 1,5 раза. Наибольшим разнообразием лишенофлоры характеризуются парки, имеющие большее количество типов местообитаний (макрониз) и микрониз с разными параметрами влажности и освещенности, что обеспечивается наличием/отсутствием водоемов (пруда, реки), разнообразием микрорельефа (высокий и низкий берега реки, овраги) и субстратов, на которых способны поселиться лишайники. Например, помимо аллей регулярного парка, значительную площадь музея-заповедника «Горки Ленинские» занимают лесопарковые участки на склонах долины рек Туровка и Пахра, также в парке довольно много искусственных каменных субстратов (балюстрада плотины, развалины грота).

Кроме того, очевидно влияние на видовое разнообразие лишенофлоры уровня антропогенной нагрузки. Лишенофлора парков, расположенных в пределах городов или тесно примыкающих к более или менее крупным

Таблица 3. Коэффициенты специфичности лишенофлоры обследованных парков

Парки	a	b	К
МЗ «Горки Ленинские»	20	155	12,9
МЗ «Абрамцево»	10		6,5
МУ «Остафьево»	5		3,2
МЗ Д.И. Менделеева и А.А. Блока, усадьба «Тараканово»	7		4,5
МЗ Д.И. Менделеева и А.А. Блока, усадьба «Боблово»	6		3,9
МЗ А.С. Пушкина, усадьба «Вязьмы»	8		5,2
МЗ А.С. Пушкина, усадьба «Захарово»	1		0,6
МЗ «Подолье»	0		-
МУ «Останкино»	0		-

Примечание: а – количество видов, встреченных только в одном из обследованных парков; б – общее число видов, обнаруженных во всех обследованных парках.

транспортным магистралям, включает меньшее число редких и чувствительных к загрязнению воздуха видов. Так, в парке музея-заповедника «Абрамцево», который находится в сельской местности (5 км до ближайшего г. Хотьково) выявлено наибольшее число редких и чувствительных к загрязнению воздушной среды видов. Такие виды полностью отсутствуют в парке музея-заповедника «Подолье», расположенного в г. Подольск, где в последние годы наблюдается превышение среднегодовой концентрации диоксида азота и рост концентраций формальдегида и ароматических углеводородов [29]. Еще одним немаловажным фактором, влияющим на видовой состав лишенофлоры, являются хозяйственные мероприятия по уходу за насаждениями и территорией парка, в частности применение удобрений в цветниках в непосредственной близости от древесных насаждений, побелка стволов, вырубка старовозрастных деревьев, уборка пней и гниющей древесины. В регулярном парке музея-усадьбы «Останкино» практиковали уничтожение лишенопокрова деревьев путём механической очистки стволов деревьев-форифитов, что ощутило разнообразие лишенофлоры этой территории: например, в этой части парка отсутствуют или снижено обилие наиболее обычных и часто встречающихся в парках г. Москвы видов эпифитных лишайников.

Заключение

Лишенофлора обследованных парков музеев-заповедников насчитывает 155 видов, что составляет более 1/3 от известного на сегодня списка лишенофлоры Московского региона. Площадь парка, очевидно, не оказывает прямого влияния на видовое богатство лишенофлоры. Предположительно, имеют большее значение такие факторы, как разнообразие местообитаний и субстратов, а также уровень антропогенной нагрузки, включающий как загрязнение воздуха, так и интенсивность хозяйственных мероприятий по уходу за насаждениями. Наибольшие коэффициенты специфичности лишенофлоры характерны для парков с высоким разнообразием субстратов и наличием «близких к лесным» местообитаний, а наименьшей специфичностью характеризуются парки со сравнительно небольшим разнообразием субстратов, находящиеся в условиях сильной антропогенной нагрузки.

На территории обследованных парков обнаружены краснокнижные виды, виды-индикаторы биологически ценных лесных и парковых сообществ, виды «лесной» экологии. Эти редкие, зачастую уникальные для того и иного парка виды, вкупе с выявленным общим богатством парковой лишенофлоры, указывают на важную роль парков музеев-заповедников в сохранении биологического разнообразия лишенофлоры Московского региона.

Благодарности

Авторы приносят благодарность администрациям музеев-заповедников «Абрамцево», А.С. Пушкина, «Горки Ленинские», «Подолье», Д.И. Менделеева и А.А. Блока и

музеев-усадоб «Остафьево» – «Русский Парнас», «Останкино» за содействие в организации исследований.

Список литературы

1. Fischer L.K., Kowarik I. How people value biodiversity in urban landscapes: Assessing the people-nature intersection in cities // Novel methods and results of landscape research in Europe, Central Asia and Siberia. Vol. 5. Landscape Planning, Management and Rehabilitation. Moscow: Russian Academy of Science, 2018. P. 66–69.
2. Лихачёва О.В. Лишайники усадебных парков Псковской области: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Псков, 2010. 23 с.
3. Малышева Н.В. Лишайники исторических садов и парков Санкт-Петербурга (основанных в XVIII начале XX века) // Ботанический журнал. 1997. Т. 82, № 7. С. 56–67.
4. Мучник Е.Э. Роль музеев-заповедников Центральной России в сохранении разнообразия региональной лишенобиоты // Музей-заповедник: Экология и культура. Материалы шестой Международной научно-практической конференции. Ростов н/Д: Книга, 2015. С. 160–164.
5. Нотов А.А. Флора объектов культурного наследия национального парка «Завидово» // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. 2008. № 8. С. 143–158.
6. Liira J., Suija A., Jürjado I. Habitat and host specificity of epiphytic lichens in a rural landscape: cultural heritage habitats as refugia // Biodiversity and Conservation. 2020. Vol. 29, Iss. 7. P. 2141–2160. DOI: 10.1007/s10531-020-01955-1.
7. McMullin R.T., Maloles J., Earley C., Newmaster S. The Arboretum at the University of Guelph, Ontario: An urban refuge for lichen biodiversity // North American Fungi. 2014. Vol. 9, № 5. P. 1–16.
8. Гудовичева А.В. Материалы к лишенофлоре музея-заповедника «Ясная Поляна» // Биологическое разнообразие Тульского края на рубеже веков: сборник научных трудов. Тула, 2001. Вып. 1. С. 3–6.
9. Мучник Е.Э. Первые сведения об эпифитных лишайниках парка музея-заповедника «Спаское-Лутовиново» (Орловская область, Центральная Россия) // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия «Естественные, технические и медицинские науки». 2014. № 6 (62). С. 71–74.
10. Gagarina L.V., Chesnokov S.V., Konoreva L.A., Stepanchikova I.S., Yatsyna A.P., Kataeva O.A., Notov A.A., Zhurbenko M.P. Lichens of the former manors in the Smolensk Region of Russia // Novosti sistematiki nizshikh rastenii. 2020. Vol. 54, Part 1. P. 93–116. DOI: 10.31111/nsnr/2020.54.1.93.
11. Бязров Л.Г. Эпифитные лишайники г. Москвы: современная динамика видового разнообразия. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. 146 с.
12. Пчёлкин А.В. Распространение лишайников в Москве. М., 1998. 21 с.
13. Пчёлкин А.В., Пчёлкина Т.А. Лишенологические исследования в музее-заповеднике «Коломенское» // Современная Микология в России. Материалы III Международного микологического форума. М.: Национальная академия микологии, 2015. Т. 4. С. 345–346.
14. Muchnik E.E., Cherepenina D.A. Lichens and allied fungi of old parks of three museum-reserves in Moscow Region (Russia) // Folia Cryptogamica Estonica. 2020. Vol. 57. P. 37–48. DOI: <https://doi.org/10.12697/fce.2020.57.06>.

15. Черепенина Д.А., Мучник Е.Э. Предварительные данные о лишенобиоте парка музея-заповедника «Горки Ленинские» (Московская область) // Экосистемы. 2020. Вып. 24. С. 63–74. DOI: 10.37279/2414-4738-2020-24-63-74.

16. Колосова Н.Н., Чурилова Е.А. Атлас. Московская область. М.: Изд-во «Просвещение», 2004. 48 с.

17. Степанчикова И.С., Гагарина Л.В. Сбор, определение и хранение лишенологических коллекций // Флора лишайников России: Биология, экология, разнообразие, распространение и методы изучения лишайников. М.: СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. С. 204–219.

18. Wijayawardene N.N., et al. Outline of Fungi and fungus-like taxa. 2020. Mycosphere 11(1). P. 1060–1456. DOI: 10.5943/mycosphere/11/1/8.

19. Nordin A., Moberg R., Tønsberg T., Vitikainen O., Dalsätt Å., Myrdal M., Snitting D., Ekman S. Santesson's Checklist of Fennoscandian Lichen-forming and Lichenicolous Fungi. Version 29. April 2011. <http://130.238.83.220/santesson/home.php> (Дата обращения: 10.03.2021).

20. Красная Книга города Москвы. М., 2011. 928 с.

21. Красная книга Московской области. М.О.: ПФ «Верховье», 2018. 810 с.

22. Мучник Е.Э. Лишайники как индикаторы состояния лесных экосистем центра Европейской России // Лесотехнический журнал. 2015. Т. 5, № 3 (19). С. 65–76.

23. Бязров Л.Г. Видовой состав лишенобиоты Московской области. [Интернет ресурс] Версия 2. 2009. http://www.sevin.ru/menus/index_rus.html?..laboratories/biazrov_msk.html (Дата обращения: 10.03.2021).

24. Голубкова Н.С. Флора лишайников Московской области: Дис. ... канд. биол. наук. Л., 1961. 1002 с.

25. Мучник Е.Э. Сохранение разнообразия лишенобиоты Московского региона: проблемы и подходы к решению // Материалы II Международной конференции «Систематические и флористические исследования Северной Евразии» (к 90-летию со дня рождения проф. А.Г. Еленевского). М., 2018. С. 141–145.

26. Пчёлкин А.В. Сравнение флоры лишайников Москвы и Приокско-Террасного заповедника // Экосистемы Приокско-Террасного биосферного заповедника. Пушино, 2005. С. 95–104.

27. Пчёлкин А.В. Распространение лишайников на городской части национального парка «Лосиный остров» // Современная микология в России. Материалы 4-го Международного микологического форума. М.: Национальная академия микологии, 2020. Т. 8, Вып. 3. С. 175–176.

28. Kormshchikov R.S., Muchnik E.E. On the issue of studying the species composition of the lichens in the Losiny Ostrov National Park // GREEN-2020. Graduate: Research in Ecology, Engineering and Nature: proceedings of the youth scientific conference. M.: RUDN, 2020. Part I. P. 34–38.

29. Информационный выпуск «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Московской области в 2018 году». Красногорск, 2019. 180 с.

References

1. Fischer L.K., Kowarik I. How people value biodiversity in urban landscapes: Assessing the people-nature intersection in cities // Novel methods and results of landscape research in Europe. Central Asia and Siberia. Vol. 5. Landscape Planning, Management and Rehabilitation. Moscow: Russian Academy of Science, 2018. P. 66–69.

2. Likhacheva O.V. Lishainiki usadebnykh parkov Pskovskoi oblasti [Lichens of manor parks in the Pskov Region]: avtoref. diss.

... kand. biol. nauk [Abstr... Diss. Cand. Biol. Sci (PhD)]. Pskov, 2010. 23 p.

3. Malysheva N.V. Lishainiki istoricheskikh sadov i parkov Sankt-Peterburga (osnovannykh v XVIII nachale XX veka [Lichens of historical gardens and parks of Saint Petersburg (founded in the 18th and early 20th centuries)] // Botanicheskii zhurnal [Botanical journal]. 1997. 82(7): 56–67.

4. Muchnik E.E. Rol' muzeev-zapovednikov Tsentral'noi Rossii v sokhranении raznoobraziya regional'noi likhenobioty [The role of the museum-reserves of the Central Russia in the conservation of the diversity of regional lichen biota] // Muzei-zapovednik: Ekologiya i kul'tura. Materialy shestoi Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Museum-Reserve: Ecology and Culture. Materials of the Sixth International Scientific and Practical Conference]. Rostov n/D: Kniga [Rostov on Don: Book], 2015. P. 160–164.

5. Notov A.A. Flora ob'ektov kul'turnogo naslediya natsional'nogo parka «Zavidovo» [Flora of cultural heritage sites of the Zavidovo National Park] // Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya i ekhologiya [Bulletin of Tver State University. Series: Biology and Ecology]. 2008. 8: 143–158.

6. Lõra J., Suja A., Jürjalo I. Habitat and host specificity of epiphytic lichens in a rural landscape: cultural heritage habitats as refugia // Biodiversity and Conservation. 2020. 29(7): 2141–2160. DOI: 10.1007/s10531-020-01955-1.

7. McMullin R.T., Maloles J., Earley C., Newmaster S. The Arboretum at the University of Guelph, Ontario: An urban refuge for lichen biodiversity // North American Fungi. 2014. 9(5). 1–16.

8. Gudovicheva A.V. Materialy k likhenoflore muzeya-zapovednika «Yasnaya Polyana» [Materials for lichen flora of the museum-reserve «Yasnaya Polyana»] // Biologicheskoe raznoobrazie Tul'skogo kraja na rubezhe vekov: sbornik nauchnykh trudov [Biological diversity of the Tula Region at the turn of the century: collection of scientific proceedings]. Tula, 2001. 1: 3–6.

9. Muchnik E.E. Pervye svedeniya ob ehpfifitnykh lishainikakh parka muzeya-zapovednika «Spasskoye-Lutovinovo» (Orlovskaya oblast', Tsentral'naya Rossiya) [The first data about corticolous lichens of the park of «Spasskoye-Lutovinovo» museum-reserve (Orel Region, Central Russia)] // Uchenye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Estestvennye, tekhnicheskie i meditsinskie nauki» [Scientific notes of Orel State University. Series: «Natural, Technical and Medical Sciences»]. 2014. 6(62): 71–74.

10. Gagarina L.V., Chesnokov S.V., Konoreva L.A., Stepanchikova I.S., Yatsyna A.P., Kataeva O.A., Notov A.A., Zhurbenko M.P. Lichens of the former manors in the Smolensk Region of Russia // Novosti sistematiki nizshikh rastenii. 2020. 54(1): 93–116. DOI: 10.31111/nsnr/2020.54.1.93.

11. Byazrov L.G. Ehpifitnye lishainiki g. Moskvy: sovremennaya dinamika vidovogo raznoobraziya [Epiphytic lichens of Moscow city: recent changes of species diversity]. M.: Tovarichestvo nauchnykh izdaniy KMK [M.: Scientific Publishing Partnership KMK]. 2009. 146 p.

12. Pchelkin A.V. Rasprostraneniye lishainikov v Moskve [Distribution of lichens in Moscow]. M., 1998. 21 p.

13. Pchelkin A.V., Pchelkina T.A. Likhenologicheskie issledovaniya v muzee-zapovednike «Kolomenskoye» [Lichenological research in the museum-reserve «Kolomenskoye»] // Sovremennaya mikologiya v Rossii [Current Mycology in Russia]. Materialy III Mezhdunarodnogo mikologicheskogo foruma [Materials of the III International Mycological Forum]. M.: Natsional'naya akademiya mikologii [M.: National Academy of Mycology]. 2015. 4: 345–346.

14. Muchnik E.E., Cherepenina D.A. Lichens and allied fungi of old parks of three museum-reserves in Moscow Region (Russia)

// Folia Cryptogamica Estonica. 2020. 57: 37–48. DOI: <https://doi.org/10.12697/fce.2020.57.06>.

15. Cherepenina D.A., Muchnik E.E. Predvaritel'nye dannye o likhenobiote parka muzeya-zapovednika «Gorki Leninskiye» (Moskovskaya oblast') [Preliminary data on the lichen biota of the park of the museum-reserve «Gorki Leninsky» (Moscow oblast')] // *Ehkosistemy [Ekosistemy]*. 2020. 24: 63–74. DOI: 10.37279/2414-4738-2020-24-63-74.

16. Kolosova N.N., Churilova E.A. Atlas. Moskovskaya oblast' [Atlas. Moscow region]. M.: Izd-vo «Prosveshchenie» [M.: Publishing House of the «Enlightenment»]. 2004. 48 p.

17. Stepanchikova I.S., Gagarina L.V. Sbor, opredelenie i khranenie likhenologicheskikh kollektzii [Collection, identification and storage of lichen collections] // *Flora lishainikov Rossii: Biologiya, ehkologiya, raznoobrazie, rasprostraneniye i metody izucheniya lishainikov* [Flora of lichens in Russia: Biology, ecology, diversity, distribution and methods of studying lichens]. M.: SPb: Tovari-shchestvo nauchnykh izdaniy KMK [M.: SPb: Scientific Publishing Partnership KMK], 2014. P. 204–219.

18. Wijayawardene N.N., et al. Outline of Fungi and fungus-like taxa. 2020. *Mycosphere*. 11(1): 1060–1456. DOI: 10.5943/mycosphere/11/1/8.

19. Nordin A., Moberg R., Tønsberg T., Vitikainen O., Dalsätt Å., Myrdal M., Snitting D., Ekman S. Santesson's Checklist of Fennoscandian Lichen-forming and Lichenicolous Fungi. Version 29. April 2011. <http://130.238.83.220/santesson/home.php> (Accessed 10.03.2021).

20. Krasnaya kniga goroda Moskvy [Red Data Book of Moscow]. M., 2011. 928 p.

21. Krasnaya kniga Moskovskoi oblasti [Red Data Book of the Moscow Oblast]. Moscow region, 2018. 810 p.

22. Muchnik E.E. Lishainiki kak indikatory sostoyaniya lesnykh ehkosistem tsentra Yevropeiskoi Rossii [Lichens as indicators of forest ecosystems in the Center of European Russia] // *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forest Engineering Journal]. 2015. 5(3): 65–76.

23. Byazrov L.G. Vidovoi sostav likhenobioty Moskovskoi oblasti [Species composition of lichen biota of the Moscow region].

Version 2. 2009. Internet-resource: http://www.sevin.ru/menues/1/index_rus.html?..laboratories/biazrov_msk.html (Accessed 10.03.2021).

24. Golubkova N.S. Flora lishainikov Moskovskoi oblasti [Flora of lichens of the Moscow region]: Diss...dokt. biol. nauk [Diss...Dr. Biol. Sci.]. L., 1961. 1002 p.

25. Muchnik E.E. Sokhraneniye raznoobraziya likhenobioty Moskovskogo regiona: problemy i podkhody k resheniyu [Conservation of the diversity of lichen biota in the Moscow Region: problems and approaches to solution] // *Materialy II Mezhdunarodnoi konferentsii «Sistematicheskie i floristicheskie issledovaniya Severnoi Evrazii» (k 90-letiyu so dnya rozhdeniya prof. A.G. Elenevskogo)* [Proceedings of the II International conference «Systematic and floristic studies of Northern Eurasia» (to the 90th anniversary of the birth of Professor A.G. Yelenevsky)]. M., 2018. P. 141–145.

26. Pchelkin A.V. Sravneniye flory lishainikov Moskvy i Prioksko-Terrasnogo zapovednika [Comparison of lichen flora of Moscow and Prioksko-Terrasny Nature Reserve] // *Ehkosistemy Prioksko-Terrasnogo biosfernogo zapovednika* [Ecosystems of Prioksko-Terrasny Biosphere Reserve]. Pushchino [Pushchino], 2005. P. 95–104.

27. Pchelkin A.V. Rasprostraneniye lishainikov na gorodskoi chasti natsional'nogo parka «Losinyi ostrov» [Distribution of lichens in the urban part of the Losiny Ostrov National Park] // *Sovremennaya mikologiya v Rossii* [Current Mycology in Russia]. Materialy 4-go Mezhdunarodnogo mikologicheskogo foruma [Materials of the 4th International Mycological Forum]. M.: Natsional'naya akademiya mikologii [M.: National Academy of Mycology], 2020. 8(3): 175–176.

28. Kormshchikov R.S., Muchnik E.E. On the issue of studying the species composition of the lichens in the Losiny Ostrov National Park // *GREEN-2020. Graduate Research in Ecology, Engineering and Nature: proceedings of the youth scientific conference*. M.: RUDN. 2020. 1: 34–38.

29. Informatsionnyi vypusk «O sostoyanii prirodnykh resursov i okruzhayushchei sredy Moskovskoi oblasti v 2018 godu» [Information release «On the state of natural resources and the environment of the Moscow region in 2018»]. Krasnogorsk, 2019. 180 p.

Информация об авторах

^{1,2,3} Черепенина Диана Александровна, мл.н.с., аспирант, ассистент

E-mail: diana0075@mail.ru

² Мучник Евгения Эдуардовна, д-р. биол. наук, доцент, вед. н.с.

E-mail: emuchnik@outlook.com

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН Российская академия наук

127276 Российская Федерация, Москва, Ботаническая ул., д. 4

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт лесоведения РАН

143030 Российская Федерация, Московская область, Одинцовский г.о., с. Успенское, ул. Советская, д. 21

³ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Российский университет дружбы народов, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

117198 Российская Федерация, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

Information about the authors

^{1,2,3} Cherepenina Diana Aleksandrovna, Junior Researcher, Postgraduate Student, Assistant

E-mail: diana0075@mail.ru

² Muchnik Evgenia Eduardovna, Dr. Sci. Biol., Associate Professor, Leading Researcher

E-mail: emuchnik@outlook.com

¹ Federal State Budgetary Institution of Science Tsitsin Main Botanical Garden Russian Academy of Sciences

127276 Russian Federation, Moscow, Botanicheskaya st., 4

² Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Forest Science

Russian Academy of Sciences
143030 Russian Federation, Moscow region, Odintsovsky g., S. Uspenskoe, Sovetskaya st., 21

³ Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Peoples' Friendship University of Russia Ministry of Education and Science of the Russian Federation

117198 Russian Federation, Moscow, Miklukho-Maclay st., 6

Ю.Г. Калугин

н.с.

Л.П. Мусинова

методист культурно-просветительского

центра

С.В. Максимов

агроном

О.А. Зими́на

администратор культурно-

просветительского центра

ФГБУН Ботанический институт им. В. Л. Ко-

марова, Российская академия наук

Цветочное оформление Ботанического сада Петра Великого БИН РАН: функции и назначение

Направление цветочного оформления – слабо освещенный аспект деятельности ботанических садов. Помимо внимания к коллекциям оранжерейных комплексов и открытого грунта, зоной притяжения для посетителей в ботанических садах становится цветочное оформление территории рабатками, цветниками и специализированными экспозициями. Поскольку сотрудники садов обладают широким спектром знаний в области озеленения, их работы в данной области могут и должны стать информационным источником для разработки новых подходов к цветочному оформлению и возможной интеграции в городскую среду. Рост требовательности со стороны населения к качеству цветников, современное развитие общества диктуют необходимость в инновациях при создании растительных композиций и их качественного информационного сопровождения, а также определяют функциональное назначение цветников. В представленной работе предпринята попытка проанализировать существующие на сегодняшний день подходы к озеленению, сделать выводы о назначении и определить функции цветочного оформления в Ботаническом саду Петра Великого Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН. Было установлено, что диапазон функций цветочного оформления в ботанических садах расширился: выделены эстетическая, научная и просветительская функции озеленения. Кроме того, освещены возможности использования утраченных форм озеленения в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН.

Ключевые слова: Ботанический сад; цветочное оформление; эстетическая, просветительская и научная функции озеленения.

Y.G. Kalugin

Researcher

L.P. Musinova

Methodologist of the Cultural and Educational

Center

S.V. Maximov

Agronomist

O.A. Zimina

Administrator of the Cultural and Educational

Center

Komarov Botanical Institute, Russian Academy of

Sciences

Flower decoration of the Peter the Great Botanical Garden of Komarov Botanical Institute: functions and purpose

Floral design is a dimly lit aspect of botanical gardens. In addition to the attention to the collections of greenhouse complexes and open ground, flower decoration of the territory with flower beds and specialized expositions becomes zones of attraction for visitors in botanical gardens. Since the garden staff have a wide range of knowledge in the field of landscaping, their work in this area can and should become an information source for the development of new approaches to floral design and possible integration into the urban environment. The growing demand on the part of the population for the quality of flower beds, the modern development of society require innovations in the creation of plant compositions and their high-quality information support, and also determine the functional purpose of flower beds. In the presented work, an attempt is made to analyze the current approaches to landscaping, to draw conclusions about the purpose and to determine the functions of flower decoration in the Peter the Great Botanical Garden of the BIN RAS. It was found that the range of functions of flower decoration in botanical gardens has expanded: the aesthetic, scientific and educational functions of landscaping have been highlighted. In addition, the article highlights the possibilities of using the lost forms of landscaping in the Peter the Great Botanical Garden of the BIN RAS.

Keywords: Botanical Garden; flower decoration; aesthetic, educational and scientific functions of landscaping.

Введение

Ботанические сады – это не только уникальные коллекции растений, сосредоточение инноваций в области ботанической науки, но и места с безусловным авторитетом в области озеленения для широких кругов населения. Функциональное назначение ботанических садов представлено в определении Wyse Jackson P.S.: «ботанические сады – это учреждения, хранящие документированные коллекции живых растений для целей научного исследования, демонстрации и обучения» [1]. Такие позиции, как научная деятельность на коллекциях, работа по сохранению биоразнообразия, просвещение населения, исследованы нашими коллегами и имеют практическое воплощение. Однако до сих пор направление цветочного оформления остается мало освещенным аспектом. Помимо коллекций оранжерейных комплексов и открытого грунта, зонами притяжения в ботанических садах становятся территории с рабатками, цветниками, специализированными экспозициями. Ботанические сады, в которых накапливается широкий спектр знаний в области озеленения, могут и должны стать информационным источником для разработки новых подходов к цветочному оформлению и возможной интеграции его в городское озеленение. Однако, анализ применяемых в озеленении подходов показывает, что в большинстве случаев оно несет исключительно декоративный эффект.

Следует отметить, что система цветочного оформления в городе имеет иное назначение. Преимущественно используются ярко цветущие растения в наиболее ответственных архитектурно-планировочных узлах, местах наибольшего посещения, общегородских и районных центрах, местах отдыха, парках, садах, скверах, бульварах. Такое проектирование стремится к достижению так называемого критерия трех «Э»: экологичность, экономичность, эстетичность [2].

Разработанность подходов к цветочному оформлению, несомненно, является «плюсом» при создании цветников. А.В. Сычева определяет цветочное оформление города, как «целую эстетическую архитектурную систему», выделяет подходы при его формировании, подчеркивая, что «важнейшим корректирующим фактором всегда остаются местные природно-климатические особенности» [3].

Необходимо признать, что описания научных подходов и сведений о цветочном озеленении в ботанических садах совсем немногочисленны. Наиболее интересными работами являются исследования в Москве, Крыму, Петрозаводске, Мурманской обл. Так, в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина РАН описаны биологические и антропогенные факторы, на основе которых рекомендуют отбирать многолетние растения для городского озеленения, предложен ассортимент растений и приведены правила их отбора [4]. Е.С. Пидгайная описывает 34 перспективных, из них 20 высокодекоративных видов Крыма, включенных в глобальные и региональные охранные документы, и рекомендует их для использования в озеленении различных

типов цветников в качестве акцентных, доминантных, отеняющих и вспомогательных растений [5].

Проблемами в области городского цветочного оформления являются: уменьшение ассортимента растений (его скудность), «бесцветочный» весенний период, отсутствие растений на затененных территориях, неоправданно широкое распространение (70-90%) дорогостоящих цветников из однолетников, их ограниченный ассортимент. Н.М. Лунина и Н.Л. Белоусова отмечают, что в городах Беларуси прослеживается тенденция унифицирования ассортимента растений в городах и проблема однообразия цветочного оформления [6]. Е.В. Семенкова при описании московского озеленения отмечает, что «цветочное оформление крупного города является сложной и многоуровневой системой» и делает вывод о необходимости «корректировки подхода к цветочному оформлению на городском уровне с учетом планировочных изменений, применения новых материалов, направления развития цветочного дизайна и других факторов, влияющих на конечный результат» [7].

При критическом анализе существующих принципов цветочного оформления, (элементы планировочной структуры города, выбор места размещения цветника, ассортимент растений, масштаб и композиции рисунка) специалистами редко оценивается его целесообразность, спектр применяемых однолетних и многолетних культур. В настоящее время, согласно сведениям информационного портала государственных закупок, различные учреждения Санкт-Петербурга используют один и тот же «классический» ассортимент растений, включающий до 15 видов [8]. В то же время в России уже во второй половине XIX века для создания цветников использовалось более 200 таксонов растений, практическое применение которых, по мнению К. Епанчина, могло бы служить «источником прекрасных занятий и непрерывных удовольствий в течение всего лета» [9].

В цветочном оформлении современных ботанических садов есть то, что отличает их от городского озеленения. Посетители воспринимают свое нахождение в ботаническом саду как отдых, познание, релаксацию, неспешные прогулки и, как следствие, спокойное времяпрепровождение для рассмотрения и изучения растений и разнообразных форм их демонстрации. Так, например, опрос в Ботаническом саду Петра Великого в ноябре 2018 года показал, что 40% посетителей рассматривают его как «место для образования и релаксации, 21% – «как место для образования». Никто из опрошенных не рассматривает сад только «как место для развлечения», тем не менее, 21% респондентов проголосовали за все три варианта – «место для образования», «место для релаксации» и «место для развлечения» [10].

Информации о том, какие задачи ставят специалисты цветочного оформления в настоящее время немного. Хотим отметить также, что при достаточно широком описании подходов к озеленению, его функции и назначение в литературных источниках практически не отражены. Из-за этого в системе подходов к городскому и к ботаническому цветочному оформлению отсутствует связующее

звено, в качестве которого могут выступить выделяемые в данной статье функции.

Основаниями для определения новых функций цветочного оформления являются: рост требовательности со стороны населения к качеству цветников, современное развитие общества, которое нуждается в значительных инновациях при создании композиций и их качественном информационном сопровождении.

В сложившейся ситуации мы предприняли попытку проанализировать существующие на сегодняшний день подходы к цветочному оформлению, сделать выводы о назначении этого направления деятельности ботанических садов и определить функции цветочного оформления в ботаническом саду.

Материалы и методы

Исследования проводили в течение трех лет с 2018 по 2020 гг. на базе Ботанического сада БИН РАН. Фиксировался видовой и сортовой состав посадочного материала цветников, контейнеров, штамбовых и приставных культур в летний период. Анализировалось эффективность воздействия информационной составляющей (этикетаж и стендов) на восприятие посетителями разных подходов в озеленении Сада. Изучалось взаимодействие посетителей с объектами цветочного оформления, использовался метод педагогического наблюдения.

Результаты и обсуждение

Известно, что растения издревле играли значимую роль для человечества: их употребляли в пищу, использовали для бытовых и лекарственных нужд. Развитие этих функций можно проследить в ходе истории. В древнеегипетских, а также в философских и частновладельческих садах Древней Греции органично сочетались религиозные, утилитарные и эстетические функции. На смену им пришли прагматические функции (пищевые и лекарственные) монастырских орденов садов эпохи Средневековья [11]. В XIV веке важную роль стали играть узкопрактические медицинские сады. Переход к эстетической функции происходит с XV до XVII века, что можно наблюдать в регулярных французских садах и в образцах британского садового искусства. В период Великих географических открытий возрастает роль научной функции озеленения: учеными публиковались работы в попытке каталогизировать увеличивающееся число растений.

В настоящее время растения продолжают играть важную роль в жизни человека. Урбанизация городов привела к формированию новых стратегий для развития разнообразных функций цветочного садоводства. В этой связи ботанический сад в городе представляется нам уникальным объектом, где значительно возрастает роль всех вышеперечисленных функций при организации цветочного оформления.

История цветочного оформления в Ботаническом саду Петра Великого, видимо, берет свое начало в конце XIX

– начале XX вв., когда возрастает значение парка-дендрария как места для осмотра посетителями. Из скромных материалов мы имеем фото из Путеводителя по парку 1905 г., где в качестве многолетников используются *Paonia* L., а роль приставной культуры отведена *Dracaena* Vand. ex L. (Рис. 1). Из того же источника известно об использовании для экспонирования в начале XX века группы выставленных на лето бамбуков. [12]. На фото 1913 г. представлено оформление центральной клумбы и партеров Императорского Ботанического сада, где можно разглядеть приставные культуры: *Phoenix* L. и *Dracaena*, однолетники: *Heliotropium* L., *Begonia* L., *Lobelia* L., *Cineraria* L., *Iresine* P. Browne, *Pelargonium* L'Hér., *Kochia* Roth, и ковровочеренковую культуру *Alternanthera* Forssk. (Рис. 2).

В современных ботанических садах, в отличие от садов начала XX века, фактически отсутствует практика использования «приставных культур» несмотря на то, что именно это направление дает возможность сделать цветочное оформление уникальным.

Оригинальным направлением, особенно учитывая географическое расположение Ботанического сада БИН РАН на Северо-Западе России (г. Санкт-Петербург), является использование тропических и субтропических многолетних культур. В качестве дополнения цветочных композиций можно рекомендовать *Hydrangea* Dumort., *Dracaena*, *Agave* L., *Laurus* L., *Citrus* L., а также представителей семейства *Arecaceae* Bercht. & J. Presl, и др. В нашем саду и сейчас есть временные выносные композиции, состоящие из *Agave*, *Opuntia* Mill., *Cereus* Mill. Во время ремонта оранжерей в 2009 году была создана временная экспозиция суккулентных растений, представленная в блоках: 1. Растения, пережившие блокаду во время Великой Отечественной войны. 2. Исторические растения, с которых начиналась коллекция Сада. 3. Суккулентные растения разных географических зон. 4. Растения разных систематических групп на примере растений аридных зон Земли.

Актуальным направлением может стать выращивание штамбовых растений (например, *Rosa* L., *Fuchsia* L., *Lantana* L.). Практика использования штамбовых растений отмечается на рисунках и фотографиях исторических цветников. В настоящее время ввиду высоких трудозатрат и продолжительного выращивания такие растения встречаются редко, хотя, несомненно, данное направление является одним из перспективных. К примеру, на центральной клумбе Ботанического сада Петра Великого в 2020 г. кроме растений родов *Canna* L., *Antirrhinum* L., *Kochia*, *Begonia*, *Cineraria*, *Coleus* Lour. использовалась штамбовая культура *Fuchsia* (Рис. 3).

Ботанические сады имеют возможности для введения приемов подобного цветочного оформления, что определяется: 1) наличием научного и садоводческого профессионального персонала. 2) наличием помещений для хранения культур. 3) возможностью определять направления цветочного оформления сотрудниками при отсутствии городских нормативных актов в работе.

В цветниках ботанических садов легко сделать сочетание многолетних и однолетних культур, присутствует

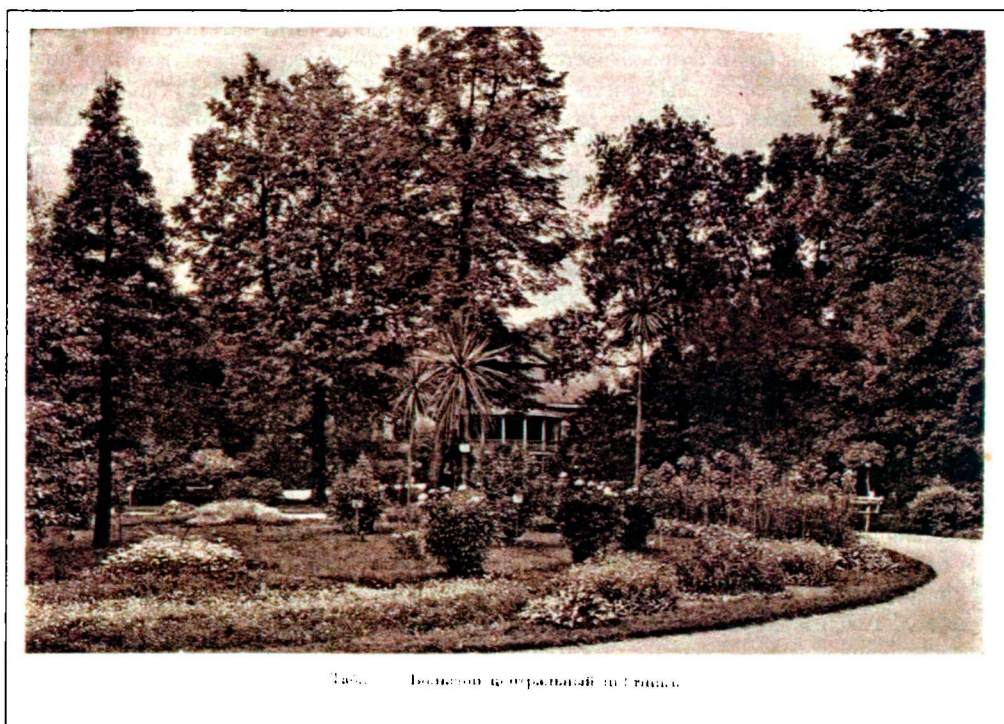


Рис. 1. Фото центральной клумбы Императорского Ботанического сада, 1905 г. [12]



Рис. 2. Фото центральной клумбы Императорского Ботанического сада, 1913 г.



Рис. 3. Фото центральной клумбы Ботанического сада Петра Великого, 2020 г.

возможность создания клумб или специализированных экспозиций пряно-ароматических растений или растений с сильным приятным запахом (*Hyssopus* L., *Origanum* L., *Lavandula* L., *Mentha* L., *Melissa* L., *Rosmarinus* L., *Thymus* L. и др).

Как в городе, так и в ботанических садах присутствует контейнерное озеленение (Рис. 4 а, б). Однако подходы к его оформлению могут преследовать разные цели. В городской среде контейнеры заполняют крупными доминантами, чаще представителями родов древесных растений *Syringa* L., *Spiraea* L., *Pinus* L., *Picea* A. Dietr. или ярко и обильноцветущими травянистыми видами (*Petunia* Juss., *Lobelia*, *Pelargonium*). Для города есть необходимость в организации пространства с яркими цветовыми пятнами, стоит задача подчеркнуть архитектуру. Подобное оформление в Саду служит не только украшением, но и способом познания. Имеется возможность информационного сопровождения цветников этикетками с расширенными сведениями о растениях и стендами, описывающими цветочные группы и композиции.

В период 2018-2020 гг. на клумбах Ботанического сада были высажены представители 20 родов, относящихся

к 16 семействам (Balsaminaceae A. Rich., Begoniaceae C. Agardh, Cannaceae Juss., Celastraceae R. Br., Compositae Giseke, Convolvulaceae Juss., Lamiaceae Martinov, Poaceae Barnhart, Liliaceae Juss., Primulaceae Batsch, Amaranthaceae Juss., Cannaceae Juss., Onagraceae Juss., Plantaginaceae Juss., Boraginaceae Juss., Violaceae Batsch). В то же время, в контейнерной культуре были использованы растения 48 родов, относящихся к 28 семействам (Acanthaceae Juss., Araliaceae L., Asparagaceae Juss., Balsaminaceae, Begoniaceae, Campanulaceae Juss., Compositae, Convolvulaceae, Cyperaceae Juss., Euphorbiaceae Juss., Geraniaceae Juss., Hydrangeaceae Dumort., Lamiaceae, Fabaceae Lindl., Malvaceae Juss., Onagraceae, Poaceae, Polygonaceae Juss., Rubiaceae Juss., Scrophulariaceae Juss., Verbenaceae J.St.-Hil., Linderniaceae Borsch, Kai Müll & Eb.Fisch., Amaranthaceae, Solanaceae Juss., Primulaceae, Plantaginaceae, Boraginaceae, Violaceae). Расширение спектра используемых видов прослеживается в увеличении доли многолетних культур, легко размножаемых вегетативным способом в сезон экспонирования.

Неотъемлемыми требованиями к посадочному материалу стали: яркая окраска цветков и листьев; легкость



Рис. 4(а, б). Оформление контейнеров и вазонов

выращивания от семени до цветения, способность к вегетативному размножению; хороший отклик на повышение агрофона; быстрый набор габитуса; устойчивость к городской среде; выравненность по высоте и сроку цветения в одной партии; неприхотливость при пересадке (посадке); антивандальность (быстрое отрастание и восстановление при повреждении, обламывании); вариабельность формы самого растения.

В отличие от городского контейнерного озеленения, где применяются массовые посадки однотипных растений, в Ботаническом саду приоритетным является использование разноплановых растений. При группировании подбираются растения, отличающиеся по размеру, цвету, форме листа и соцветий, габитусу. Разнообразие облика растений позволяет привлечь внимание посетителей Сада к каждому компоненту представленных композиций. Неотъемлемой частью экспозиции является информационное сопровождение и обязательное этикетирование, сведения на этикетках отражают сущность экологии среды, таксономическую и филогенетическую принадлежность.

значение представленных растений (Рис.5). При этом раскрывается научная функция озеленения, основанная на актуальных запросах населения к учреждению науки: использование современных технологий выращивания, экспонирование новых видов и сортов растений.

В ходе наблюдений за реакцией посетителей Ботанического сада Петра Великого было отмечено их стремление видеть именно цветущие растения. Скорее всего, это связано с потребностями людей в ярких красках, особенно в условиях преобладания пасмурной погоды в нашем регионе. Именно в пробуждении и развитии эстетического чувства заложена основа эстетической функции цветочного оформления.

Однако, непривычный вид некоторых растений вызывает определенные искаженные мнения посетителей. Например, пестролистность воспринимается как заболевание, а кудрявость часто путают с деформацией, связанной с грибной инфекцией. Несомненным плюсом Ботанического сада является возможность информирования посетителей о различных декоративных формах и особенностях

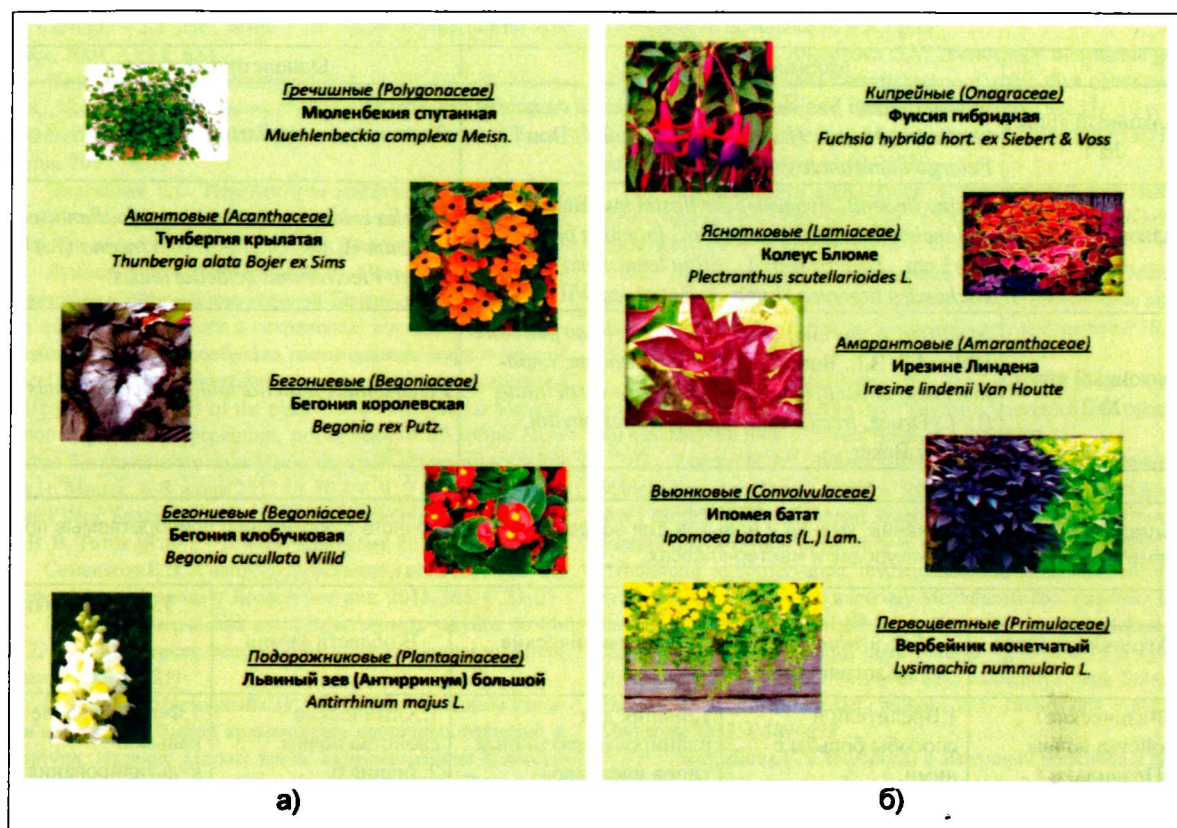


Рис. 5(а, б). Пример информационных табличек при оформлении контейнеров и вазонов

роста. Источниками информации могут быть сотрудники Сада (садоводы и экскурсоводы), этикетаж (с пояснениями) и стенды (с подробной информацией, анатомическими срезами). Таким образом, реализуются информативная и просветительская функции оформления.

Еще одним примером реализации просветительской функции является проект БАЛКОНИЯ, который знакомит посетителей с возможностями оформления балконов и лоджий (Табл. 1). У посетителей Ботанического сада есть несколько причин использовать направление БАЛКОНИЯ для целей собственного дизайна. Во-первых, БАЛКОНИЯ реализует познавательную функцию, аккумулируя накопленный опыт работы в цветочном оформлении в условиях конкретной местности. Специалистами учитываются такие характеристики растений, как быстрый рост, легкое размножение, яркая окраска цветков, доступность по цене. Во-вторых, имея большой ассортимент растений, проект предоставляет посетителям совершенно новые варианты сочетания и подбора декоративных растений для оформления.

Балконные ящики на улице в летний период, оформленные комнатными растениями с подоконника, могут послужить улучшению состояния самих растений, а также изучению колористики и правил составления цветочных композиций.

Хорошим фундаментом для познавательной деятельности посетителя ботанического сада могут служить достоверные сведения из разных областей научных знаний, предоставляемых на экскурсиях, семинарах, лекциях (Табл. 2).

Выводы

1. Преимущество идей цветочного оформления в ботанических садах заключено в гармоничном эффекте для человека: ощущение удовлетворения от процессов познания окружающей среды сочетается с осознанием пользы растений для общества, с творческой активностью, приобретением новых знаний.

2. Представленные выше данные расширяют диапазон функций цветочного оформления в ботанических садах и освещают возможности использования известных ранее, но утраченных форм озеленения.

3. При анализе опыта цветочного оформления на примере временных (сезонных) экспозиций, выделены эстетическая, научная и просветительская функции озеленения в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН.

4. Рассмотрены особенности временных экспозиций, которые сосредотачивают тематические экспонаты, а

Озеленение, декоративное садоводство

Таблица 1. Примеры подбора однолетних и многолетних декоративных растений проекта БАЛКОНИЯ

	Многолетние культуры	Однолетние культуры
Балконный ящик № 1	<i>Iresine lindenii</i> Van Houtte, <i>Muehlenbeckia complexa</i> (A. Cunn.) Meisn., <i>Helichrysum italicum</i> G Don f., <i>Pelargonium zonale</i> (L.) L'Hér.	<i>Plectranthus scutellarioides</i> (L.) R. Br.
Балконный ящик № 2	<i>Iresine lindenii</i> , <i>Hypoestes phyllostachya</i> Baker, <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> Poelln., <i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam., <i>Hedera helix</i> L., <i>Stipa tenuissima</i> Trin., <i>Dichondra argentea</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	<i>Lobelia erinus</i> L., <i>Petunia hybrida</i> , <i>Pennisetum glaucum</i> (L.) R. Br., <i>Matthiola incana</i> (L.) W.T. Aiton, <i>Plectranthus scutellarioides</i>
Балконный ящик № 3	<i>Impatiens walleriana</i> Hook. f., <i>Helichrysum petiolare</i> Hilliard & B.L. Burt, <i>Helichrysum italicum</i> , <i>Impatiens neuguinea hybriden</i> , <i>Plectranthus verticillatus</i> (L. f.) Druce, <i>Iresine lindenii</i> , <i>Hypoestes phyllostachya</i> Baker	<i>Plectranthus scutellarioides</i> , <i>Lobelia erinus</i>

Таблица 2. Особенности знаний, умений и навыков для эффективного цветочного оформления, приобретаемые посетителями Сада на лекциях, экскурсиях и мастер-классах

Знания				Умения, навыки
Агротехнические	Биологические, экологические	Математические	В области химии	
1. Физические свойства почвы 2. Правила внесения удобрений 3. Календарь сроков работ	1. Вредители и способы борьбы с ними. 2. Сведения об отдельных группах растений. 3. Географические особенности природных мест произрастания растений 4. Экологические требования и особенности 5. Отношение к освещенности 6. Сроки вегетации, цветения растений.	1. Знания для планировки различных типов цветников 2. Знания о растениях – типы ветвления, продолжительность роста, отрастания 3. Расчет количества необходимого посадочного материала	1. Химические свойства почвы 2. Знания о химических свойствах некоторых веществ для работы со срезкой 3. Ароматические свойства и т.д. 4. Химический состав удобрений	1. Формирование навыков культивирования растений и ухода за ними 2. Освоение способов проектирования 3. Определение сортов и видов растений в архитектурно-ландшафтной среде.

способы подачи наглядного материала позволяют формировать у посетителей знания, умения и навыки.

5. Структурированы и интерпретированы знания, умения и навыки, приобретаемые посетителями ботанического сада при организации лекций, экскурсий, мастер-классов для эффективного цветочного оформления.

Работа выполнена в рамках госзадания по плановой теме «Коллекции живых растений Ботанического института им. В.Л. Комарова (история, современное состояние, перспективы использования)», номер АААА-А18-118032890141 – 4.

Список литературы

- Wyse Jackson. P.S. (1999) Experimentation on a Large Scale—An Analysis of the Holdings and Resources of Botanic Gardens. BG C News Vol 3 (3) December 1999. Botanic Gardens Conservation International, U.K., p.27
- Аткина Л.И., Агафонова Г.В. Цветочное оформление городских территорий / Учебно-методическое пособие для обучающихся по направлениям. Электронный архив УГЛТУ. 30 с. [Интернет ресурс] <https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/6538/1/11.pdf> (Дата обращения 15.02.2021)

3. Ландшафтная архитектура: учеб. пособие для вузов / А.В. Сычева. – 2-е изд., испр. – М.: ООО Издательский дом «Оникс», 2004. – 87 с.: илл.

4. Карпионов Р.А., Бондорина И.А., Кабанов А.В., Мамаева Н.А., Хохлачева Ю.А. Экологическое обоснование отбора декоративных многолетников для городского озеленения // Hortus Botanicus. 2017. № 12

5. Пидгайна Е.С. Перспективы введения в культуру редких видов флоры Крыма для использования в цветочном оформлении населенных мест // Hortus Botanicus. 2016. № 11

6. Лунина Н.М., Белоусова Н.Л. Современные тенденции цветочного оформления городов Беларуси // Роль ботанических садов и дендрариев в сохранении, изучении и устойчивом использовании разнообразия растительного мира = Role of Botanical Gardens and Arboretums in conservation, investigation and sustainable using diversity of the plant world: материалы Международной научной конференции, посвященной 85-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (г. Минск, 6–8 июня 2017 г.). В 2 ч. Ч. 2 / Национальная академия наук Беларуси; Центральный ботанический сад: редкол.: В. В. Титок [и др.]. – Минск: Медисонт, 2017. – С. 489–493.

7. Семенова Е.В. К вопросу о системном подходе к цветочному оформлению города // Лесной вестник. 2015. №5. С. 23–27

8. Сервис коммерческих и государственных закупок по 44-ФЗ и 223-ФЗ [Интернет ресурс] <https://zakupki.kontur.ru/> (Дата обращения 20.02.2021)

9. Епанчин К. Цветочный сад. Устройство цветников с планами и чертежами. Выбор красивейших цветочных растений и их культура. Издание второе, вновь пересмотренное и дополненное. Москва: Склад издания у книгопродавца А. Ланг, 1891. 158 с.

10. Kalugin Yu.G., Musinova L.P., Volchanskaya A.V. Open Ground Collections of Saint Petersburg Botanic Garden for the Benefit of Botanic and Environmental Education. KnE Life Sciences / International Scientific and Practical Conference «AgroSMART – Smart Solution for Agriculture». 2019, 4(14). p. 956–967.

11. Жирнов А.Д. Искусство паркостроения / А.Д. Жирнов. Львов: Вища школа. – 1977, 208 с.

12. Иллюстрированный путеводитель по Императорскому Ботаническому саду / Сост. чл. Сада под общ. ред. А.А. Фишера-фон-Вальдгейма. Санкт-Петербург, 1905. VI, 301 с., 11 л. ил., карт.: ил.; 23.

References

1. Wyse Jackson, P.S. (1999) Experimentation on a Large Scale—An Analysis of the Holdings and Resources of Botanic

Gardens. BG C News Vol 3 (3) December 1999. Botanic Gardens Conservation International, U.K., p.27

2. Atkina L.I., Agafonova G.V. Tsvetochnoe oformlenie gorodskikh territorii/Uchebno-metodicheskoe posobie dlya obuchayushchikhsya po napravleniyam. Elektronnyy arkhiv UGLTU. 30 p. [Internet resurs] <https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/6538/1/11.pdf> (Data obrashcheniya 15.02.2021)

3. Landshaftnaya arkhitektura: ucheb. posobie dlya vuzov / A.V. Sycheva. – 2-e izd., ispr. – M.: ООО Izdatel'skii dom «Oniks», 2004. 87 p.

4. Karpisonova R. A., Bondorina I. A., Kabanov A. V., Mamaeva N. A., Khokhlaчева YU. A. Ehkologicheskoe obosnovanie otbora dekorativnykh mnogoletnikov dlya gorodskogo ozeleneniya // Hortus Botanicus. 2017. № 12

5. Pidgajna E. S. Perspektivy vvedeniya v kul'turu raritnykh vidov flory Kryma dlya ispol'zovaniya v tsvetochnom oformlenii naselennykh mest // Hortus Botanicus. 2016. № 11

6. Lunina N. M., Belousova N. L. Sovremennye tendencii tsvetochno oformleniya gorodov Belarusi// Rol' botanicheskikh sadov i dendrariy v sokhraneni, izucheni i ustoichivom ispol'zovanii raznoobraziya rastitel'nogo mira = Role of Botanical Gardens and Arboretums in conservation, investigation and sustainable using diversity of the plant world: materialy Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, posvyashchennoi 85-letiyu Tsentral'nogo botanicheskogo sada Natsional'noi akademii nauk Belarusi (g. Minsk, 6–8 iyunya 2017 g.). V 2 ch. CH. 2 / Nacional'naya akademiya nauk Belarusi; Tsentral'nyi botanicheskii sad; redkol.: V. V. Titok [i dr.]. – Minsk : Medisont, 2017. P.489–493.

7. Semenova E.V. K voprosu o sistemnom podkhode k tsvetochnomu oformleniyu goroda // Lesnoi vestnik. 2015. №5. P.23–27

8. Servis kommercheskikh i gosudarstvennykh zakupok po 44-FZ i 223-FZ [Internet resurs] <https://zakupki.kontur.ru/> (Data obrashcheniya 20.02.2021)

9. Epanchin K. Tsvetochnyi sad. Ustroistvo tsvetnikov s planami i chertezhami. Vybor krasiveishikh tsvetochnykh rastenii i ikh kul'tura. Izdanie vtoroe, vnov' peresmotrennoe i dopolnennoe. Moskva: Sklad izdaniya u knigoprodavca A. Lang, 1891. 158 p.

10. Kalugin Yu G, Musinova L P, Volchanskaya A V «Open Ground Collections of Saint Petersburg Botanic Garden for the Benefit of Botanic and Environmental Education» in International scientific and practical conference «AgroSMART - Smart solutions for agriculture», KnE Life Sciences, 2019, P. 956–967.

11. Zhimov A. D. Iskusstvo parkostroeniya / A. D. Zhimov. - L'vov: Vishcha shkola. – 1977, 208 p.

12. Illyustirovannyi putevoditel' po Imperatorskomu Botanicheskomu sadu / Sost. chl. Sada pod obshch. red. A.A. Fisherafon-Val'dgejma. St-Peterburg, 1905. VI, 301 p., 11 l. il., kart.: il.; 23.

Информация об авторах

Калугин Юрий Гурьянович, н.с.

E-mail kalugin_yuri@list.ru

Мусинова Лариса Петровна, методист культурно-просветительского центра

Максимов Сергей Васильевич, агроном

Зими́на Ольга Александровна, администратор культурно-просветительского центра

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический институт им. В.Л. Комарова, Российская академия наук

197376, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, д. 2

Information about the authors

Kalugin Yuri Guryanovich, Researcher

E-mail kalugin_yuri@list.ru

Musinova Larisa Petrovna, Methodologist of the Cultural and Educational Center

Maksimov Sergey Vasilievich, Agronomist

Zimina Olga Alexandrovna, Administrator of the Cultural and Educational Center

Federal State Budgetary Institution of Science Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences

197376 Russian Federation, St. Petersburg, Prof. Popov str. 2

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

1. При направлении материалов для публикации в журнале необходимо заполнить карточку «Сведения об авторе» (на русском и английском языках). Пример. Адрес регистрации: 111222, Москва, ул. генерала Авдеева, дом 2, корпус 4, квартира 444. 111222, Moscow, street of General Avdeeva, the house 2, building 4, apartment 444.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Фамилия _____

Имя _____

Отчество _____

Дата и место рождения _____

Адрес регистрации (прописки) по паспорту с указанием почтового индекса _____

Адрес фактического проживания с указанием почтового индекса _____

Контактная информация (домашний, служебный и мобильный телефоны, электронный адрес) _____

Название организации (место работы (учебы)) вместе с ведомством, к которому она принадлежит, занимаемая должность, адрес организации с указанием почтового индекса _____

Ученая степень и звание (№ диплома, аттестата, кем и когда выдан) _____

2. Объем статьи не должен превышать 20 страниц машинописного текста. Текст необходимо набирать в редакторе Word шрифтом № 12, Times New Roman; текст не форматируется, т.е. не имеет абзацев, колонок и т.д. Статьи должны быть свободны от сложных и громоздких предложений, математических формул и особенно формульных таблиц, а также промежуточных математических выкладок. Нумеровать следует только те схемы и формулы, на которые есть ссылка в последующем изложении. Все сокращения и условные обозначения в схемах и формулах следует расшифровать, размерности физических величин давать в СИ, названия иностранных фирм и приборов – в транскрипции первоисточника с указанием страны.

3. Отдельным файлом должны быть присланы рисунки (формат *.tif с разрешением не менее 300 dpi, *.pdf, *.ai или *.cdr) и подписи к ним. Аннотация и ключевые слова на русском и английском языках – также отдельными файлами. В аннотации полностью должна быть раскрыта содержательная сторона публикации и полученные результаты (выводы). Аннотация должна иметь объем от 100 до 250 слов. После аннотации дается перечень ключевых слов – от 5 до 10.

4. Список использованной литературы (лишь необходимой и органически связанной со статьей) составляется в порядке упоминания и дается в конце статьи. Ссылки на литературу в тексте отмечаются порядковыми цифрами в квадратных скобках, а именно: [1, 2]. Желательно, чтобы список литературы содержал не менее 10–12 источников, в том числе как минимум – 3 зарубежные публикации (желательно из трех стран) в данной области за последние 5–10 лет. Список литературы представляется на русском, английском языках и латинице (романским алфавитом). Вначале дается список литературы на русском языке, имеющийся в нем зарубежные публикации – на языке оригинала. Затем приводится список литературы в романском алфавите, который озаглавляется References и является комбинацией англоязычной [перевод источника информации на английский язык дается в квадратных скобках (<http://translate.google.ru/?hl=ru&tab=wT>)] и транслитерированной частей русскоязычных ссылок (http://shub123.ucoz.ru/Sistema_transliterazii.html). В конце статьи приводится название статьи, фамилия, имя, отчество автора (ов), ученая степень, ученое звание, должность и место работы, электронный адрес хотя бы одного из авторов для связи и точный почтовый адрес организации (место работы автора) на русском и английском языках, при этом название улины дается транслитерацией. Список литературы следует оформлять в соответствии с Международными стандартами:

ПРАВИЛА РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ СТАТЕЙ

1. Любая статья, поступающая в редакцию журнала, независимо от личности автора (ов) направляется рецензенту, крупному специалисту в данной области.

Редакция журнала осуществляет рецензирование всех поступающих в редакцию материалов, соответствующих ее тематике, с целью их экспертной оценки.

Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов и имеют в течение последних 3 лет публикации по тематике рецензируемой статьи.

2. Рецензии хранятся в издательстве и в редакции издания не менее 5-ти лет.

3. Копии рецензий, при поступлении в редакцию журнала соответствующего запроса направляются в Министерство образования и науки Российской Федерации.

4. Статья рецензенту передается безлистно, т.е. без указания фамилии автора(ов), места работы, занимаемой должности и контактной информации (адреса, телефона и E-mail адреса).

5. Рецензент на основе ознакомления с текстом статьи обязан в разумный срок подготовить и в письменной форме передать в редакцию рецензию, в обязательном порядке содержащую оценку актуальности рассмотренной темы, указать на степень обоснованности положений, выводов и заключения, изложенных в статье, их достоверность и новизну. В конце рецензии рецензент должен дать заключение о целесообразности или нецелесообразности публикации статьи.

6. При получении от рецензента отрицательной рецензии статья передается другому рецензенту. Второму рецензенту не сообщается о том, что статья была направлена рецензенту, и что от него поступил отрицательный отзыв. При отрицательном результате повторного рецензирования статья снимается с рассмотрения и об этом сообщается автору(ам).

7. Автору (ам) редакция направляет копии рецензии заказным письмом с уведомлением о вручении и по электронной почте.

8. В исключительных случаях, по решению редакционной коллегии, при получении от двух рецензентов отрицательного отзыва, статья может быть опубликована. Такими исключительными случаями являются: предвзятое отношение рецензентов к рассмотренному в статье новому направлению научного нововведения; несогласие и непризнание рецензентами установленных автором фактов на основе изучения и анализа экспериментальных данных, результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и других работ, выполненных на основании и в рамках Национальных и государственных программ и принятых заказчиком; архивных и археологических изысканий, при условии предоставления автором документальных доказательств и т.д.