



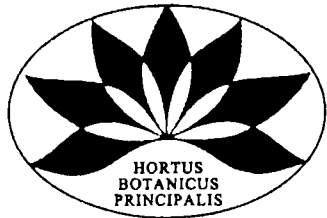
ISSN: 0366-502X

БЮЛЛЕТЕНЬ
ГЛАВНОГО
БОТАНИЧЕСКОГО
САДА

3/2015

(Выпуск 201)





БЮЛЛЕТЕНЬ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

3/2015 (Выпуск 201)

ISSN: 0366-502X

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

«БОТАНИЧЕСКИЕ САДЫ И УРБАНИЗАЦИЯ:

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ НАУКА, ИННОВАЦИИ, ОБРАЗОВАНИЕ»,

ПОСВЯЩЕННОЙ 70-ЛЕТИЮ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

ИМ. Н.В. ЦИЦИНА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (23–25 ИЮНЯ 2015 Г.)

П. У. Джексон

Развитие исследований Миссурийского ботанического сада (США)

для решения современных вызовов и приоритетов в науке

о растениях и их сохранении 3

В. Х. Хейвуд

Меняющиеся отношения между

ботаническими садами и общественностью 9

Л. Ши

Сохранение исчезающих, эндемичных и экономически

значимых растений в Китае *in vitro* 14

Ч. П. Лаубшер

Садоводческое образование и проблемы научных исследований:

разнообразии и потенциал региона Капской Флоры 18

П. Смит

Построение глобальной системы для сохранения биоразнообразия

растений *ex situ*: роль Международного Совета ботанических садов

по охране растений (BGCI) 26

Ю.К. Виноградова

Проблематика инвазионной биологии в исследованиях

Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина

Российской академии наук 28

ИНТРОДУКЦИЯ И АККЛИМАТИЗАЦИЯ

С.Г. Сахарова, Л.А. Семенова, Ю.С. Корнеенкова, Е.И. Семенова

О сохранении видов рода *Rhododendron* L. Красного списка МСОП

в условиях интродукции (на примере экспериментальной коллекции

ботанического сада СПбГЛТУ) 36

А.К. Мамонтов

Экспозиция кальцефильной флоры Среднерусской возвышенности

в Главном ботаническом саду 44

В.В. Шейко

Интродукция кольквиции прелестной

(*Kolkwitzia amabilis* Graebn. – *Caprifoliaceae*) на юге Сахалина 50

А.В. Ена, Л.И. Улейская

Специфика и классификация сортов

плюща обыкновенного (*Hedera helix* L.) 56

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 № ФС77-46435

Подписные индексы

ОАО «Роспечать» 83164

«Пресса России» 11184

Главный редактор:

Демидов А.С., доктор биологических
наук, профессор, Россия

Редакционная коллегия:

Беляева Ю.Е., канд. биол. наук, Россия

Бондорина И.А. доктор биол. наук, Россия

Виноградова Ю.К. доктор биол. наук

(зам. гл. редактора), Россия

Горбунов Ю.Н. доктор биол. наук, Россия

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

Кузьмин З.Е. канд. с/х наук, Россия

Молканова О.И. канд. с/х наук, Россия

Плотникова Л.С. доктор биол. наук, проф.

Россия

Решетников В.Н. доктор биол. наук,

проф., Беларусь

Семихов В.Ф. доктор биол. наук, проф.

Россия

Ткаченко О.Б. доктор биол. наук, Россия

Черевченко Т.М. доктор биол. наук,

проф., Украина

Шатко В.Г. канд. биол. наук (отв. секретарь),

Россия

Швецов А.Н. канд. биол. наук, Россия

Huang Hongwen Prof., China

Peter Wyse Jackson Dr., Prof., USA

Дизайн и верстка

Шабловская И.Ю.

Адрес редакции:

107258, Москва,

Альмов пер., д. 17, корп. 2

«Издательство, редакция журнала

«Бюллетень Главного

ботанического сада»

Тел.: +7 (499) 168-24-28

+7 (499) 977-91-36

E-mail: bui_mbs@mail.ru

bulletinbotanicalgarden@mail.ru

Подписано в печать 28.08.2015 г.

Формат 60x88 1/8. Бумага офсетная

Печать офсетная. Усл.-печ. л. 12,4.

Уч.-изд. л. 14,5. Заказ № 866

Тираж 300 экз.

Оригинал-макет и электронная

версия подготовлены

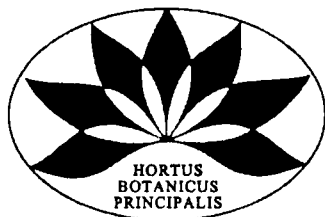
ООО «Научтехлитиздат»

Отпечатано в типографии

ООО «Научтехлитиздат»,

107258, Москва, Альмов пер., д. 17, стр. 2

www.tgizd.ru



BULLETIN MAIN BOTANICAL GARDEN

3/2015 (Выпуск 201)

ISSN: 0366-502X

CONTENTS

**MATERIALS OF ALL-RUSSIAN CONFERENCE
WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION
«BOTANICAL GARDENS AND URBANIZATION:
FUNDAMENTAL SCIENCE, INNOVATION, EDUCATION»,
DEDICATED TO THE 70TH ANNIVERSARY OF THE MAIN BOTANICAL GARDEN
NAMED AFTER N.V. TSITSIN RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
(23–25 JUNE 2015)**

P. W. Jackson

Evolving the Research Focus of the Missouri Botanical Garden, U.S.A.
to Address Contemporary Challenges and Priorities
in Plant Science and Conservation 3

V. H. Heywood

The Changing Relations Between Botanic Gardens and the Public 9

L. Shi

In vitro Conservation of Endangered, Endemic and Economic Plants in China 14

C. P. Laubscher

Horticultural Education and Research Challenges:
Diversity and Potential of the Cape Floral Region 18

P. Smith

Building a Global System for the *ex situ* Conservation of All Plant Diversity:
the role of Botanic Gardens Conservation International (BGCI) 26

Yu.K. Vinogradova

Issues of Invasive Biology in the Studies of the Moscow
Main Botanical Garden 28

INTRODUCTION AND ACCLIMATIZATION

S.G. Sakharova, L.A. Semenova, Yu.S. Korneenkova, E.I. Semenova

On the Preservation of Species of the Genus *Rhododendron* L. IUCN
Red List Under the Conditions of Introduction
(for Example, Experimental Collection of the Botanical Garden SPbGLTU) 36

A.K. Mamontov

Exposition of Calcicole Flora Central Russian Upland
in the Main Botanical Garden 44

V.V. Sheiko

The Introduction of Beauty Bush (*Kolkwitzia amabilis* Graebn. –
Caprifoliaceae) in the South of Sakhalin 50

A.V. Yena, L.I. Uleiskaya

Specifics and Classification of Grades Ivy (*Hedera helix* L.) 56

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).

Certifi Cate Of Print Media Registration
№ Фс77–46435

Subscription Numbers:

The Public Corporation «Rospechat»
83164
«Press Of Russia»
11184

Editor-In-Chief

Demidov A.S., Dr. Sc. Biol., Prof.

Editorial Board:

Belyaeva Yu.E., Cand. Sc. Biol.
Bondorina I.A., Dr. Sc. Biol.
Vinogradova Yu.K., Dr. Sc. Biol.
(Deputy Editor-in-Chief)
Gorbunov Yu.N., Dr. Sc. Biol.
Imanbaeva A.A., Cand. Sc. Biol.
Kuzmin Z.E., Cand. Sc. Agriculture
Molkanova O.I., Cand. Sc. Agriculture
Plotnikova L.S., Dr. Sc. Biol., Prof.
Reshetnikov V.N., Dr. Sc. Biol., Prof.
Semikhov V.F., Dr. Sc. Biol., Prof.
Tkachenko O.B., Dr. Sc. Biol.
Cherevchenko T.M., Dr. Sc. Biol., Prof.
Shatko V.G., Cand. Sc. Biol.
(Secretary-in-Chief)
Shvetsov A.N., Cand. Sc. Biol.
Huang Hongwen, Prof.
Peter Wyse Jackson, Dr., Prof.

Design, Make-Up

Shablovskaya I.Yu.

Editorial Office Address:

107258, Moscow,
Alymov Pereulok, 17, Bldg 2.
«Ltd. The Publishing House, Editors
"Bulletin Main Botanical Garden»
Phone: +7 (499) 168-24-28
+7 (499) 977-91-36
E-mail: bul_mbs@mail.ru
bulletinbotanicalgarden@mail.ru

Sent to the Press 28.08.2015

Format: 60×88 1/8

Text Magazine Paper. Offset Printing
12,4 Conventional Printer's Sheets
14,5 Conventional Publisher's Signatures
The Order № 866
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

Питер Уайс Джексон

Президент

Миссурийского ботанического сада,

Email: peter.wysejackson@mobot.org

Сент-Луис, США

Развитие исследований Миссурийского ботанического сада (США) для решения современных вызовов и приоритетов в науке о растениях и их сохранении

На протяжении многих лет научные исследования, коллекции, ресурсы и персонал сада расширяется, и сегодня он имеет один из крупнейших гербариев мира, одну из лучших ботанических библиотек и штат, включающий 150 исследователей, в том числе 50 со степенью кандидата и доктора наук. За последние десять лет сотрудники ботанического сада проводили исследования в 90 странах мира, сад поддерживает постоянные научно-исследовательские программы в 25 странах, в частности в тропиках. Ботанические исследования в тропических регионах получали наибольший приоритет и проводятся в течение многих десятилетий. Подход к исследованиям в Миссурийском ботаническом саду строится на основе совместной работы, в тесном сотрудничестве с партнерскими организациями, учреждениями и частными лицами по всему миру. Такое сотрудничество и взаимовыгодные партнерские отношения представляют собой суть современного подхода к ботанической науке и эффективному сохранению растений.

Ключевые слова: Миссурийский ботанический сад, коллекции, исследования, сохранение растений

Peter Wyse Jackson

President

Missouri Botanical Garden

Email: peter.wysejackson@mobot.org

St. Louis, Missouri, USA

Evolving the Research Focus of the Missouri Botanical Garden, U.S.A. to Address Contemporary Challenges and Priorities in Plant Science and Conservation

Missouri Garden's research activities, collections, resources and staff have continued to grow so that today it maintains one of the largest herbaria in the world, one of the finest botanical libraries and a staff of c.150 researchers, including 50 Ph.D. staff. Over the last ten years the Garden's staff has conducted research in up to 90 countries worldwide and the Garden maintains permanent research programs in 25 countries, particularly in the tropics. Tropical botany research has been afforded the highest priority for many decades and specific countries and regions. The Missouri Botanical Garden's approach to research is through collaboration, working closely with partner organizations, institutions and individuals worldwide. Such collaboration and mutually beneficial partnerships represents the essence of contemporary approach to botanical science and effective plant conservation.

Keywords: Missouri Botanical Garden, collections, research activities, plant conservation

The Missouri Botanical Garden was founded in 1859 by an English merchant and philanthropist, Henry Shaw. Shaw was born in 1800 and emigrated to St. Louis in the United States at the age of 18. He retired when he was 39 and devoted the rest of his life and fortune to the creation of the Garden. Influenced by the director of the Royal Botanic Garden Kew, U.K., Sir William Hooker, and the eminent U.S. botanist, Asa Gray, in creating the institution he ensured that the Garden would be not just contain beautiful horticultural displays and rich botanical collections but also would play a fundamental role in botanical research. To support its research role, Shaw invested in the creation of a botanical museum to house its herbarium collections and botanical artifacts, as well as its library, and endowed and supported a link between Washington University in St Louis and the Garden. Even today the President of the Missouri Botanical Garden holds the Professorship of Botany

at the University, named by Shaw in honor of the distinguished German botanist, George Engelmann, who advised, guided and assisted Shaw in relation to the Garden's scientific and research roles.

After Shaw's death in 1889 the first director of the Garden was appointed, Dr. William Trelease, who continued the expansion of the Garden's research activities and focus. Over the years the Garden's research activities, collections, resources and staff have continued to grow so that today it maintains one of the largest herbaria in the world, one of the finest botanical libraries and a staff of c. 150 researchers, including 50 Ph.D. staff. Over the last ten years the Garden's staff has conducted research in up to 90 countries worldwide and the Garden maintains permanent research programs in 25 countries, particularly in the tropics. Tropical botany research has been afforded the highest priority for many decades and specific countries

and regions in which the Garden is most active include Central and East Africa, Madagascar, Latin America, particularly the Andean countries of Bolivia, Peru, Ecuador and Colombia; Central America, China and Indo-China.

The Missouri Botanical Garden's approach to research is through collaboration, working closely with partner organizations, institutions and individuals worldwide. Whenever possible, the Garden works to support institutional building and training and capacity building of researchers in the countries and regions in which it works. Such collaboration and mutually beneficial partnerships represents the essence of contemporary approach to botanical science and effective plant conservation.

In line with the focus on the Garden on studies in plant diversity, the greatest research emphasis of the Garden over much of its history has been in plant systematics. This has resulted in the Garden playing leadership roles in a wide range of floristic and taxonomic projects and initiatives, including the Flora of China (completed in 2012), Flora Mesoamericana, the Flora of North America and national Floras including such countries as Panama, Costa Rica and others. The most recently completed major flora project is in Bolivia where a Checklist of the Flora of Bolivia was published in 2015.

The research priorities of the Missouri Botanical Garden are therefore to document plant life in key biodiverse areas around the world through the development of floras (encyclopedias of plant life) and checklists. The Garden has collected, preserves, and maintains over 6,5 million plant specimens in its herbarium and is adding new specimens continually. These crucial data are made accessible through the on-line Tropicos®, the world's largest botanical database, which offers over 4 million records. In addition, the Garden has a collection of over 200,000 botanical reference works that are catalogued in an on-line database, extending access to researchers around the world. It is also a leader among the Biodiversity Heritage Library consortium, working to digitize and make freely available the world's cumulative knowledge about plants and other living organisms. The Garden is a member of the U.N. Convention on Biological Diversity's (CBD) Consortium of Scientific Partners and also of the Global Partnership for Plant Conservation (GPPC), the latter created to support the implementation of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC).

In 2002 the CBD adopted the GSPC, with the aim of halting the loss of plant diversity worldwide. It has now been endorsed by almost all of the countries of the world, and was renewed and updated on 29th October, 2010 for the period up to 2020. Incorporating 16 global targets, the Strategy includes within its objectives the need to document and understand plant diversity, to provide a baseline of knowledge on which plant conservation actions can be based. During the first phase of the GSPC, up to 2010, its first target was to prepare «A working list of known plant species, as a step towards a complete world flora». This target was completed through the collaboration of the Missouri Botanical Garden with the Royal Botanic Gardens, Kew, U.K. when 'The Plant List' was launched at the end of 2010 (<http://www.theplantlist.org/>). This represented the culmination of major efforts made by both institutions and many other organizations too, to bring

together multiple projects into this first ever global checklist. It aims to be comprehensive for species of Vascular plant (flowering plants, conifers, ferns and their allies) and of Bryophytes (mosses and liverworts).

Version 1.1 of The Plant List was released in September 2013. It replaced Version 1.0 and included new data sets, updated versions of the original data sets and improved algorithms to resolve logical conflicts between those data sets. 'The Plant List' provides the accepted Latin name for most species, with links to all synonyms by which that species has been known. Around 20 % of plant names are still unresolved, indicating that the data sources included provided no evidence or view as to whether the name should be treated as accepted or not, or there were conflicting opinions that could not be readily resolved. It is fully recognized that 'The Plant List' is not perfect and represents work in progress but aims to be a 'best effort' list, to demonstrate progress and to stimulate further work. 'The Plant List' includes 1,064,035 scientific plant names of species rank. Of these 350,699 (33,0 %) are accepted species names. 470,624 (44,2 %) names included are synonyms and 242,712.22 (22,8 %) are unresolved.

A key tool used by the Missouri Botanical Garden to support its plant systematic research is the Tropicos® database (<http://www.tropicos.org/>). Tropicos® is the world's largest database of plant identification information, containing extensive research information for over 1.2 million plant names and over 4 million plant specimens. It is based upon and incorporates nearly 30 years of scientific research and data compilation by Garden staff and many others. Thousands of scientists at the Garden and around the world depend upon it to support their research in plant and conservation science. Botanical information from Tropicos represents a key component of the data content of 'The Plant List'.

When the GSPC was updated in 2010, a new 1st target was adopted, to prepare «An online flora of all known plants» by 2020. This has subsequently become a major priority of the Missouri Botanical Garden. The World Flora Online (WFO) is a critical initiative required in order to meet the world's needs for knowledge on which to base plant conservation, ecological restoration and to sustain human use of plant species for a multitude of socio-economic purposes. It will also provide a fundamental resource to clarify where conservation needs are greatest and what gaps in knowledge exist.

In January 2012 in St Louis, Missouri, U.S.A., representatives from four institutions: the Missouri Botanical Garden, the New York Botanical Garden, the Royal Botanic Garden Edinburgh, and the Royal Botanic Gardens, Kew—all members of the Global Partnership for Plant Conservation (GPPC) took the initiative to meet and discuss how to achieve GSPC Target 1 by 2020. The meeting resulted in a proposed outline of the scope and content of a World Flora Online, as well as a decision to form an international consortium of institutions and organizations to collaborate on providing that content. The World Flora Online project was subsequently launched in India, at an event held during the 11th Conference of the Parties (COP) to the Convention on Biological Diversity in October, 2012 where the COP also adopted a decision welcoming the

World Flora Online initiative. In January, 2013, a Memorandum of Understanding on the World Flora Online, was opened for signature. Up to the end of August 2015, 26 institutions and organizations had signed the MOU, becoming part of the project and members of the World Flora Online Consortium (<http://www.worldfloraonline.org/>). A range of other institutions and organizations worldwide is also being invited to participate in the WFO Consortium. From the Russian Federation, the members of the Consortium include the Tsitsin Main Botanical Garden Moscow, and the Komarov Institute of Botany, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg.

The World Flora Online is planned to be an open-access, web-based compendium of the world's plantspecies. This collaborative international project will build upon existing florae, checklists, monographs, and other published research, but will also collect and generate information on poorly-known plants and plant groups and unexplored regions by engaging botanists with field experience and expertise in these plants or regions.

While plant systematics remains a fundamental pillar of the Garden's research, in recent years great efforts have been made to strengthen programmes for plant conservation. This has been, in part, to ensure that the Garden meeting its potential, obligations and responsibilities in relation to the GSPC. It has also been undertaken to support new efforts being made (such as through the Strategic Plan for Biodiversity being implemented through the United Nations – <https://www.cbd.int/sp/>), to mainstream biodiversity concerns into economic planning and sustainable development priorities at national and international levels. It must be recognized that many of the drivers of loss of biodiversity worldwide are socio-economic. The causes of biodiversity loss are within the productive sectors, tied to our consumption patterns and energy use, as well as to population growth. This is putting increasing pressure on biodiversity in natural and semi-natural lands and resulting in loss of ecosystem services worldwide (Ecosystem services can be broken down into four categories: I) provisioning, such as the production of food and water; II) regulating, such as the control of climate and disease; III) supporting, such as nutrient cycles and crop pollination; and IV) cultural, such as spiritual and recreational benefits). Linking environmental protection with sustainable economic development will be essential if poverty is to be addressed and sustainable livelihoods, health and wellbeing are to be secured. Safeguarding or restoring ecosystems services must be an integral part of achieving sustainable development.

At the Missouri Botanical Garden biodiversity conservation has become a central component of the Garden's *raison d'être*, whether it be through research, horticulture or environmental education. While the Garden maintains and has further developed and strengthened its specialist Center for Conservation and Sustainable Development (CCSD) in recent years, throughout the Garden, new plant conservation activities are being planned or undertaken. These developments include:

The creation and staffing of a conservation genetics laboratory;

An institutional programme on ecological restoration (for which two specialist scientists have been hired). The Garden is a founding member of the Ecological Restoration Alliance of Botanic Gardens (ERA) that was established in 2012, which is coordinated by Botanic Gardens Conservation International (BGCI);

The establishment of an institutional seed bank. The first priorities of this seed bank are focused on the conservation of the genetic diversity of plant species in the immediate Missouri region, especially the rich but threatened plants of the Ozark mountains;

Research on the potential impacts of climate change and its consequences for plant diversity;

Creation of community-based conservation projects in several countries in which the Garden works, such as Madagascar and Peru;

Documenting and safeguarding traditional knowledge related to plants, particularly in rural societies, and transmitting such knowledge for use by the owners and custodians of this knowledge, the local communities themselves;

Support for capacity building and training throughout the world. This includes, for example, the Garden hosting BGCI's International Botanic Gardens Education Congress in April, 2015.

Enhancing the integration of horticulture and the living collections more closely into the research activities and priorities of the Garden. This has involved replacing undocumented plant material, or cultivars, with greater numbers of wild-origin accessions; developing a focus on the cultivation of rare and endangered species; creation of state-of-the-art documentation systems, and conservation horticulture projects in such countries as Madagascar and Mauritius;

Establishment of new partnerships with botanic gardens in parts of the world with climates similar to that of the U.S. Midwest. This has included the Garden joining and playing a leading role in the U.S. – Russia Botanical Exchange Program.

The science of plant conservation is developing, often led by botanic gardens. While the traditional practices of *in situ* and *ex situ* conservation continue, a new focus on integrating methodologies is emerging across the spectrum of plant diversity for which conservation action is needed – genes, individual plants, plant populations, species, ecosystems, supported by exemplary research in conservation biology.

The challenges of adapting major institutions to meet contemporary targets (such as those of the GSPC) in botanical research and plant conservation are considerable. Against a backdrop of often declining funding and support for traditional plant systematics, many institutions have to become increasingly entrepreneurial, imaginative and innovative in order to sustain the achievement of their missions. The Missouri Botanical Garden is no exception to this. No longer will the donor community often support fundamental research related to plant diversity as it did formerly. Instead, successful programmes at botanic gardens are often those where there are clear tangible benefits and practical outcomes, often providing direct enhancements for human welfare. As well as that, projects, programmes and initiatives that are cross-disciplinary,

and involving a range of collaborating partners are often more likely to attract support these days.

We invite our colleagues in the Russian Federation to work with us over the coming years, not only by participating

Миссурийский ботанический сад был основан в 1859 году английским купцом и меценатом Генри Шоу. Шоу родился в 1800 году и эмигрировал в США (Сент-Луисе) в возрасте 18 лет. Он ушел в отставку в возрасте 39 лет и посвятил остаток своей жизни созданию сада. Под влиянием директора Королевского ботанического сада Кью (Великобритания) сэра Уильяма Хукера и знаменитого американского ботаника Аса Грея, Шоу заверил, что Сад будет содержать не только красивые экспозиции и богатые ботанические коллекции, но также будут играть важную роль в фундаментальных ботанических исследованиях. Для поддержания научно-исследовательской роли сада, Шоу инвестировал в создание ботанического музея, где разместились гербарные коллекции и ботанические экспонаты, а также в создание библиотеки. Он установил и поддерживал связи между ботаническим садом и Вашингтонским университетом в Сент-Луисе. Даже сегодня Президент Миссурийского ботанического сада получает звание профессора ботаники в университете, названное в честь выдающегося немецкого ботаника Джорджа Энгельманна, который помогал Шоу и руководил научно-исследовательскими работами в саду.

После смерти Шоу в 1889 году первым директором сада был назначен д-р Уильям Трелис, который продолжил расширение научно-исследовательской деятельности сада. На протяжении многих лет научные исследования, коллекции, ресурсы и персонал сада продолжали расти, и сегодня он имеет один из крупнейших гербариев мира, одну из лучших ботанических библиотек и штат, включающий 150 исследователей, в том числе 50 со степенью кандидата и доктора наук. За последние десять лет сотрудники ботанического сада проводили исследования в 90 странах мира, сад поддерживает постоянные научно-исследовательские программы в 25 странах, в частности в тропиках. Ботанические исследования в тропических регионах получали наибольший приоритет и проводятся в течение многих десятилетий. Страны и регионы, в которых сад является наиболее активным включают Центральную и Восточную Африку, Мадагаскар, Латинскую Америку, страны Андского региона такие как Боливия, Перу, Эквадор и Колумбия; Центральную Америку, Китай и Индонезию.

Подход к исследованиям в Миссурийском ботаническом саду строится на основе совместной работы, в тесном сотрудничестве с партнерскими организациями, учреждениями и частными лицами по всему миру. Везде где это возможно, Сад поддерживает институциональный подход, занимается обучением и наращиванием потенциала исследователей в странах и регионах, в которых сад работает. Такое сотрудничество и взаимовыгодные партнерские

in such exciting projects as the World Flora Online, but also to advance the cause of plant conservation and the achievement of the GSPC in our own countries and throughout the world.

отношения представляют собой суть современного подхода к ботанической науке и эффективному сохранению растений.

Наряду с вниманием, уделяемым развитию сада, исследованиям биоразнообразия растений, значительный акцент в течение большей части истории сада был сфокусирован на систематике. Благодаря этому сад играет лидирующую роль в целом ряде флористических и систематических проектов и инициатив, среди которых флора Китая (завершена в 2012), Флора Месопотамии, флора Северной Америки и ряд национальных флор таких стран, как Панама, Коста-Рика и др. Недавно был завершен крупнейший флористический проект, выполненный в Боливии, где в 2015 году был опубликован список растений Боливии.

Научно-исследовательские приоритеты Миссурийского ботанического сада сфокусированы на документировании растений в ключевых районах по всему миру, богатых биоразнообразием, путем создания флор и списков растений. Сад собрал, обработал и поддерживает более 6,5 млн гербарных образцов, которые постоянно пополняются. Все основные данные доступны онлайн через программу Tropicos® – крупнейшую ботаническую базу данных в мире, которая включает более 4 миллионов записей. Кроме того, сад имеет коллекцию из более чем 200 000 ботанических справочных работ, которые каталогизированы в базе данных и расширяют доступ к исследователям во всем мире. Сад также является лидером среди Консорциума библиотек, работающих над оцифровкой наследия по биоразнообразию и созданию общедоступной базы данных о растениях и других живых организмах. Сад является членом Конвенции ООН о биологическом разнообразии (КБР), Консорциума научных партнеров, а также Глобального партнерства по сохранению растений (ГПСР), последнее создано для поддержки и выполнения Глобальной стратегии сохранения растений (ГССР).

В 2002 КБР приняла ГССР с целью предотвращения потерь биоразнообразия растений во всем мире. В настоящее время ГССР одобрена почти во всех странах мира и была обновлена 29 октября 2010 г и продлена на период до 2020 г. Включением 16 глобальных целей, Стратегия ставит задачу документировать и изучать биоразнообразие растений, чтобы повысить уровень знаний, на основе которых могут быть разработаны меры по их сохранению. В ходе первого этапа ГССР до 2010 г., первая цель включала подготовку «рабочего списка известных видов растений в качестве шага на пути к созданию мировой флоры». Эта цель была осуществлена в результате сотрудничества Миссурийского ботанического сада и Королевского ботанического сада в Кью (Великобритания), в результате которого был создан «Список растений», который доступен

с конца 2010 года (<http://www.theplantlist.org/>). Это стало кульминацией серьезных усилий со стороны обоих ботанических садов и многих других организаций, чтобы свести воедино несколько проектов в первый в истории всемирный список растений. Дальнейшая задача – сделать его всеобъемлющим для сосудистых растений (цветковых, хвойных, папоротников и хвощей) и мохообразных (мхов и печеночников).

Версия 1.1 Списка растений была выпущена в сентябре 2013 года. Она заменила версию 1.0 и содержит новые файлы, обновленные версии оригинальных файлов, улучшенные алгоритмы, устраняющие логические конфликты между этими файлами. «Список растений» включает принятые латинские названия для большинства видов со ссылками на синонимы, связанные с данными видами. Около 20% названий растений все еще не уточнены, указывая на то, что имеющиеся данные не позволяют сделать достоверных выводов о том, должно ли название остаться в первоначально предложенном виде, или работы над уточнением должны быть продолжены. Ясно, что «Список растений» не является совершенным и постоянно дорабатывается, но он демонстрирует прогресс в этом направлении и стимулирует дальнейшую работу. «Список растений» включает 1 064 035 научных названий растений на уровне видов. Из них 350 699 (33,0 %) принятые видовые названия, 470 624 (44,2 %) включенных названий являются синонимами и 242 714 (22,8 %) остаются неуточненными.

Основным инструментом, используемым Миссурийским ботаническим садом, для поддержания систематических исследований является база данных Tropicos® (<http://www.tropicos.org/>). Tropicos® является крупнейшей в мире базой данных, содержащей обширную научную информацию о более чем 1,2 млн названий растений и свыше 4 млн образцов. Она включает в себя данные научных исследований, собранные в течение 30 лет как сотрудниками сада, так и другими учеными. Тысячи ученых во всем мире пользуются этой базой данных для своих ботанических исследований и природоохранной деятельности. Ботаническая информация из базы Tropicos® представляет собой основу данных, включенных в «Список растений».

Когда ГССР была обновлена в 2010 г., 1-я новая цель заключалась в подготовке «онлайн флоры всех известных растений» к 2020 г. В последствии, это стало одним из основных приоритетов Миссурийского ботанического сада. Мировая флора онлайн (WFO) ставит задачу накопления знаний, на основе которых будут строиться принципы сохранения растений, экологическая реставрация и поддержание рационального использования растений для решения многочисленных социально-экономических задач. Она также позволит проверить где потребности в сохранении требуют наибольших усилий и выявить существующий пробелы в знаниях.

В январе 2012 года, представители четырех учреждений: Миссурийского ботанического сада, Нью-Йоркского ботанического сада, Королевского ботанического сада Эдинбурга и Королевского ботанического сада в Кью – все члены Глобального партнерства по сохранению растений

(GPPC) выдвинули инициативу и организовали встречу в Сент-Луисе, (штат Миссури, США), чтобы обсудить, как добиться выполнения Цели 1 ГССР к 2020 г. В результате встречи была предложена идея, структура и содержание Мировой флоры онлайн, а также было принято решение о создании международного консорциума учреждений и организации, которые совместными усилиями будут обеспечивать подготовку необходимых данных. Официальный старт проекта Мировой флоры онлайн был дан в Индии, в ходе 11-й Конференции Сторон (КС) Конвенции о биологическом разнообразии, которая состоялась в октябре 2012. КС также приняла решение, в котором приветствовала инициативу создания Мировой флоры онлайн. В январе 2013 года Меморандум о взаимопонимании по Мировой флоре был открыт для подписания. До конца августа 2014 г., 24 учреждения и организации подписали меморандум о взаимопонимании, став частью проекта и членами консорциума Мировой флоры онлайн (<http://www.worldfloraonline.org/>). Ряд других учреждений и организаций по всему миру также приглашаются к участию в консорциуме Мировой флоры онлайн. От Российской Федерации членами консорциума являются Главный ботанический сад РАН им. Н.В.Цицина (Москва) и Институт ботаники РАН им. В.Л.Комарова (Санкт-Петербург).

Мировая флора онлайн будет иметь свободный доступ, т.е. размещенный в интернете конспект видов растений мира. Этот совместный международный проект будет опираться на существующие флоры, списки, монографии и другие опубликованные исследования, но также будет нацелен на сбор и обобщение информации о малоизвестных растениях и группах и неисследованных регионах, путем привлечения ботаников с опытом работы на местах или знающих эти растения или регионы.

Несмотря на то, что систематика растений остается фундаментальной основой исследований в саду, последние годы значительные усилия были направлены на укрепление программ по сохранению растений. Это было связано, в частности, с выполнением садом своих потенциальных обязанностей по отношению к ГССР. Кроме того, поддержание новых усилий, предпринимаемых, например, через Стратегический план по биоразнообразию, реализуемый по линии Организации Объединенных Наций (<https://www.cbd.int/sp/>), включает вопросы биоразнообразия в экономическое планирование и устойчивое развитие – приоритеты национального и международного уровней. Следует признать, что многие из факторов, вызывающие утрату биоразнообразия во всем мире имеют социально-экономический характер. Причины утраты биоразнообразия в промышленных регионах, связаны с существующей моделью потребления энергии, а также с ростом численности населения, что оказывает большое давление на биоразнообразие как в природных, так и на охраняемых территориях и приводит к потере экосистемных услуг по всему миру. Экосистемные услуги могут быть разделены на четыре категории: а) обеспечивающие, – это производство продуктов питания и воды; б) регулирующие, такие как климат и болезни; в) поддерживающие, например,

круговорот питательных веществ и опыление растений; и г) культурные, обеспечивающие духовные и рекреационные потребности. Связь охраны окружающей среды с устойчивым экономическим развитием будет иметь важное значение, если обратить внимание на бедность, обеспечить средства к существованию, защиту здоровья и поддержание благополучия. Защита или восстановления экосистемных услуг должны быть неотъемлемой частью достижения устойчивого развития.

Задача сохранения биоразнообразия заняла центральное место в деятельности Миссурийского ботанического сада будь то научные исследования, растениеводство или экологическое образование. По мере дальнейшего развития сада и усиления его специализации новые мероприятия по сохранению растений осуществляются через созданный при ботаническом саду специализированный Центр по сохранению и устойчивому развитию (CCSD). Мероприятия включают в себя:

Создание и укомплектование лаборатории, занимающейся генетическими исследованиями в целях сохранения растений;

Реализацию программы по восстановлению окружающей среды (под которую были приняты на работу двое научных сотрудников). Миссурийский ботанический сад – один из основателей Альянса ботанических садов по восстановлению окружающей среды (ERA), который был создан в 2012 году и координируется Международным советом ботанических садов по охране растений (BGCI);

- Создание банка семян. Основные задачи банка – сохранение генетического разнообразия растений в регионе Миссури, в особенности многочисленных находящихся под угрозой исчезновения растений плато Озарк;

- Исследование потенциальных воздействий климатических изменений и их последствий на разнообразие растений;

- Создание проектов по сохранению растений в тесном сотрудничестве с местным населением. Это касается нескольких стран, в которых работают сотрудники ботанического сада, например, Мадагаскар и Перу;

- Документирование и сохранение традиционных знаний, связанных с растениями, особенно в сельских регионах, а также их передача для использования собственными владельцами и хранителям таких знаний, то есть местному населению;

- Укрепление потенциала и совершенствование подготовки кадров по всему миру. Например, в апреле 2015 года Миссурийский ботанический сад провел образовательный конгресс Международного совета ботанических садов по охране растений (BGCI).

- Усиление интеграции работы с живыми коллекциями из природы и научно-исследовательской деятельности в приоритетные направления ботанического сада. Это включает: (а) замену недокументированного растительного материала или сортов образцами из дикой природы; (б) перенос внимания на выращивание редких и находящихся под угрозой исчезновения видов; (в) создание передовых систем документирования; (г) ботанические проекты по сохранению растений в таких регионах, как Мадагаскар и Маврикий.

- Установление новых партнерских отношений с ботаническими садами, расположенными в странах с близкими Среднему Западу США климатическими условиями. Например, Миссурийский ботанический сад присоединился к российско-американской программе ботанического обмена и стал играть в ней ведущую роль.

Наука о сохранении растений развивается, часто под руководством специалистов ботанических садов. В то время, как традиционные методы сохранения *in situ* и *ex situ* остаются актуальными, новые подходы смещаются в сторону интеграции методологий по всему спектру разнообразия растений – гены, отдельные растения, популяции растений, виды, экосистемы, для которых нужны конкретные природоохранные мероприятия на основе исследований по биологии сохранения.

В настоящее время существуют значительные вызовы адаптации большинства организаций к современным задачам (например, задачам ГССР) в ботанических исследованиях и сохранении растений. На фоне сокращающегося финансирования и поддержки традиционных исследований по систематике растений, многие учреждения должны стать более предприимчивыми, использовать творческий и инновационный подходы для того чтобы реализовать свои миссии. Миссурийский ботанический сад не исключение. Сегодня спонсоры больше не поддерживают фундаментальные исследования, связанные с разнообразием растений, как это было раньше. Теперь проекты ботанических садов успешны только тогда, когда предлагают четкие материальные выгоды и практические результаты, напрямую улучшающие благосостояние человека. Проекты, программы и инициативы, которые являются междисциплинарными и привлекают широкий круг партнеров, с большей вероятностью могут получить поддержку в эти дни.

Мы приглашаем наших коллег в России к сотрудничеству. Это касается не только участия в таких захватывающих проектах как «Мировая флора онлайн», но и продвижение вопросов сохранения растений и достижения целей Глобальной стратегии сохранения растений в наших странах и во всем мире.

Информация об авторе

Питер Уайс Джексон, Президент Миссурийского ботанического сада, Сент-Луис, США
Email: peter.wysejackson@mobot.org
PO Box 299, St Louis, Missouri 63166, USA

Information about the author

Peter Wyse Jackson, President Missouri Botanical Garden
Email: peter.wysejackson@mobot.org
PO Box 299, St Louis, Missouri 63166, USA,

Вернон Х. Хейвуд

д-р, проф., Президент

Международной ассоциации ботанических садов

E-mail: v.h.heywood@reading.ac.uk

Школа биологических наук, Университет Ридинга,

Великобритания

Меняющиеся отношения между ботаническими садами и общественностью

Прослеживается история ботанических садов, их функции и особенности деятельности на разных этапах развития. Продемонстрировано, как менялись приоритеты научных исследований, принципы формирования коллекций, как развивалась просветительская деятельность, образовательные программы, как складывались отношения с посетителями и волонтерами.

Ключевые слова: ботанические сады, коллекции, научные исследования, просветительская деятельность

Vernon H. Heywood

Dr., Prof., President

of the International Association of Botanic Gardens

E-mail: v.h.heywood@reading.ac.uk

School of Biological Sciences, University of Reading,

United Kingdom

The Changing Relations Between Botanic Gardens and the Public

It traces the history of botanical gardens, their functions and features of activity at different stages of development. Demonstrated how changing research priorities, principles of collection, how to develop educational activities, educational programs, how relations with visitors and volunteers.

Keywords: botanical gardens, collections, research, educational activities

The relationship between the public and botanic gardens developed gradually and has seen many changes over the centuries. Today it is major factor in the policy and strategy of nearly every botanic garden. The earliest botanic or physic gardens were centres for the cultivation and study of medicinal plants and a source of knowledge about herbal medicine. In some cases they provided the public with advice and with actual herbs, a tradition that persisted until the 1960s at the Real Jardín Botánico in Madrid, Spain. Subsequently a much wider range of plants of scientific, economic or ornamental interest were cultivated as botanists and explorers brought countless new species into cultivation. For many botanic gardens, the number and diversity of species cultivated became an indicator of their success. This botanical richness laid the foundation for an increasing public interest in visiting botanic gardens.

Although botanic gardens from their early days were accessible to certain groups of society, the notion that they were generally open to the public in general is a relatively recent development. In the 18th and 19th centuries, many botanic gardens developed their scientific role, especially in taxonomy and systematics (with many important Floras

being written by leading botanists on their staff), and at the same time, their horticultural role expanded with an emphasis on ornamental and landscape gardening. Another important trend was the construction of conservatories and greenhouses, some of them of considerable architectural merit, that allowed the cultivation of tropical and semitropical plants in colder climates. All these developments were attractive to visitors and more and more gardens opened their gates to the public on an increasingly regular basis.

In the 20th century many botanic gardens started to grow special collections of plants designed to be attractive to visitors, especially in Europe and North America. The public liked to see attractive displays such as rhododendrons, cacti and succulents or spectacular plants such as *Amorphophallus titanum* when in flower, *Welwitschia*, *Gunnera* and carnivorous plants. Visiting greenhouses was and continues to be a major attraction, allowing visitors to see the living plants from which familiar products such as coffee, tea, bananas and species are derived as well as major attractions such as giant water lilies and orchids.

In the tropics, a large number of botanic gardens were created by the colonial powers such as France, the Netherlands and the United Kingdom. These had a different origin and purpose from the temperate climate European botanic gardens in Europe and North America and their aim was to introduce into cultivation species of economic importance that could support the local economy and provide profits for the home country. They were a key part of the exploration and colonization process, and were to play a major role in economic development, agriculture, commerce and trade. Initially they had a limited public role. Examples are the Jardin botanique de Pample mousses (Jardin Botanique Nationale) on the island of Mauritius established in 1745, the Howrah Botanic Garden (Acharya Jagadish Chandra Bose Indian Botanic Garden), Calcutta, India, founded in 1786 and the St. Vincent Botanic Garden (1765) in the West Indies. Subsequently many of these botanic gardens have become tourist attractions while their economic role has been much reduced.

During the Second World War (1939–1946), many botanic gardens suffered damage that affected both buildings (including greenhouses) and the living collections. The financial restrictions and shortage of personnel also affected the living collections and in the post-war years these financial difficulties often continued and botanic gardens had to face up to the public perception that they seemed to have little relevance to the needs or aspirations of society. In the tropics, some gardens not only deteriorated but were resented by the local population and suffered severe encroachment from them as in the case the Lancetilla Botanical Garden, Honduras and the Howrah Botanic Garden, Calcutta, India.

Although in some cases, such as the Royal Botanic Gardens, Kew, their state-funding was maintained, many other botanic gardens (such as the Main Botanical Garden, Moscow) were not so fortunate and had their budgets severely restricted. Some did not even have sufficient funds to maintain the heating in the greenhouses and much plant material was lost. At the same time the infrastructure such as buildings and greenhouses had often deteriorated due to a lack of maintenance, for example in the Royal Botanic Garden, Madrid Spain. Some Gardens were forced to close temporarily or permanently.

The post-war years marked a turning point in the activities and development of botanic gardens and their relationships with the municipal authorities. The deprivations suffered by many Gardens made them less attractive to the public except as recreation areas like public parks and little effort was made by Garden authorities to heed the interests of the general public. Two major developments then took place, which are not necessarily compatible. On the one hand, most botanic gardens found that they were not financially viable unless other sources of income were found and this led to the commercialization of botanic gardens with them competing with each other in the attractions they offered, especially in North America, Europe and Australia; and at the same time an increasing

emphasis on the potential role of botanic gardens in the conservation of biodiversity developed, especially following the establishment by IUCN of the Botanic Gardens Secretariat (later becoming Botanic Gardens Conservation International) in 1987.

The commercialisation of botanic gardens that began in the second half of the 20th century is a response to the need to increase visitor numbers as a source of revenue by making them more attractive to visitors and this in turn had the consequence of increasing public pressure for better facilities largely as a result of the introduction or increase in entrance fees. Consequently, visitors today are much more demanding and tend to compare the facilities that botanic gardens offer with what is provided by other attractions such as theme parks and biodomes. During the past 25–30 years many botanic gardens have established visitor centres, some of which are large multipurpose buildings that include information about the Garden and how to visit it, educational facilities, a gift shop and bookshop, a café/restaurant and plant sales. Examples are the design-award winning Brooklyn Botanic Garden's 2 000 square foot Visitor Centre. Also, the educational role of botanic gardens has grown considerably and many botanic gardens have professional education and outreach staff and programmes aimed at different sectors of society. On the other hand, many botanic gardens are unable to provide such facilities and have to rely on weddings and other events as a source of income.

The focus on biodiversity conservation is in tune with growing public concern about environmental issues and has afforded some opportunities and also considerable challenges for botanic gardens. Environmental education is now a common component of botanic garden education programmes but it has to be recognized that the role the gardens in practical conservation is limited: biodiversity conservation is primarily undertaken in nature (*in situ*) while the main role of botanic gardens is in *ex situ* conservation through seed banks and living conservation collections which are often located in parts of the garden not accessible to public. Such conservation activities have little attraction for the public and although some visitors are interested in seeing endangered species on display, the need for the conservation of biodiversity is not an easy message to convey, partly because there are too many different aspects that may be stressed. Only a small minority of visitors identify botanic gardens with the conservation issues that they have become familiar with through television programmes and news channels, such as the felling of tropical forests. Again, although most of the public know about weeds, they have little awareness of the impacts of alien invasive species (IAS), now recognized as one of the major threats to biodiversity.

Today, hundreds of millions of visits are made to botanic gardens every year. In some cities the botanic garden is the most popular passive tourist attraction in terms of visitor numbers such as in Christchurch, New Zealand where the Botanic Gardens receive 1,2 million visits a

years which probably translates to 600,000 individual visitors. Surveys suggest that c. 75 % of all Christchurch residents will have visited the Garden in a 12-month period. The strenuous efforts are made by some Gardens to boost the visitor number are motivated not just because of the revenue obtained but because they are regarded as an indication of how 'successful' the institution is, even though it does not relate in any way to its effectiveness as a scientific or educational establishment. Some gardens arrange to open in the evening during part of the year and put on special lighting shows to increase visitor numbers and revenue. There is some concern that such commercialization can lead to a trivialization or dilution of the basic function of a botanic garden. A visit to the homepage of the Royal Botanic Gardens, Kew for example, provide links for: Plant finders Fair, Join Kew, Book of the month, Shopping at Kew, Wedding venue hire, Visit Wakehurst and lastly Science at Kew. Clearly a balance has to be found.

Visitors fall into several categories: (1) local residents who are able in some cases to obtain special entrance passes which enables them to visit the Garden frequently, even on a daily basis; (2) the general public from the local area or from across the country; (3) university students of botany or biology although these are now less frequent than previously as the teaching of taxonomy is now much curtailed in university curricula if it is provided at all; (4) school children for whom many Gardens make arrangements for regular tutor-lead visits by children from nursery, primary and secondary levels; (5) overseas visitors who are in some cases (for example, the Royal Botanic Gardens, Peradeniya, Sri Lanka) charge a higher entrance fee than local residents.

For most visitors, the reasons for visiting the garden are recreational or aesthetic. In a few cases, the local public empathize with the botanic garden and such as in

Edinburgh, Scotland, UK, where the Royal Botanic Garden is affectionately known as 'the Botanics'. Size is an important factor: it is difficult for the public to feel ownership of large complex, impersonal botanic garden with various buildings not accessible to them. Very few visitors are aware of the existence or the purpose of a herbarium and only through open days are they able to see one or the laboratories and other scientific facilities.

Today various audiovisual techniques and electronic means are increasingly used by botanic gardens to attract and inform the public about the importance of plantlife and the need for its conservation and sustainable use. The development of new and better interpretative and educational opportunities and, improved amenities, such as Visitor Centres, to make visitors feel more welcome and orientated is now the aim of many botanic gardens. In addition, today's botanic gardens are increasingly looking beyond the walls and seeking to provide an outreach presence in the community at a grassroots level, and offer training courses in urban gardening and also the opportunity to participate in biodiversity conservation or restoration projects.

Botanic gardens today often suffer a disharmony of function, with so many diverse objectives often competing with each other for funding. The relationship with the public has changed dramatically over the past 700 years. Although botanic gardens are today involved in a wide and growing range of scientific, technical, horticultural and conservation research and practice, the provision of environmental education and outreach is an increasingly important commitment. Some botanic gardens may also engage with the public in social and equality issues but there is still no clear indication that the general public appreciates sufficiently the key roles that botanic gardens occupy today or is disposed to their being supported adequately to undertake these tasks.

Отношения между общественностью и ботаническими садами развивались постепенно и прошли множество изменений в течение веков. В настоящий момент это главный фактор в политике и стратегии почти каждого ботанического сада. Сначала ботанические сады являлись центрами выращивания и изучения лекарственных растений, а также источником знаний по фитотерапии. В некоторых случаях они обеспечивали общество необходимым растительным материалом и советами по его использованию; эта традиция сохранялась до 1960 годов в Ботаническом саду Мадрида, Испания. Впоследствии начали культивировать более широкий спектр растений, представляющих научный, экономический и декоративный интерес; ботаники и исследователи ввели в культуру множество новых

видов растений. Для многих ботанических садов количество и разнообразие культивируемых видов стало показателем их успеха. Это растительное богатство садов заложило основу возрастающего интереса к посещению ботанических садов.

Хотя ботанические сады с первых дней были доступны для определенных групп населения, понятие их широкой публичности возникло относительно недавно. В восемнадцатом-девятнадцатом веках многие ботанические сады развивали научные исследования, особенно в таксономии и систематике растений (большое количество Флор написано ведущими ботаниками и работниками ботанических садов), но в то же время повышалась их роль в практическом декоративном садоводстве и озеленении. Важной тенденцией было

строительство оранжерей, позволявших выращивать тропические и субтропические растения в условиях холодного климата. Все это стало привлекательно для посетителей и все больше и больше садов начали открывать свои двери для публики на регулярной основе.

В двадцатом веке многие ботанические сады, особенно в Европе и Северной Америке, стали создавать специальные коллекции – наиболее привлекательные для посетителей. Публика предпочитала видеть эффектно-красивые экспозиции, как например, рододендронов, кактусов и суккулентов, цветущий *Amorphophallus titanum*, *Welwitschia*, *Gunnera* или плотоядные растения. Оранжереи становились главной достопримечательностью, где посетители могли увидеть живые растения, которые употребляются в пищу – чай, кофе, бананы, а также очень декоративные привлекательные кувшинки, орхидеи.

В тропиках большое количество ботанических садов было создано колониальными державами, такими как Франция, Нидерланды, Соединенное Королевство Великобритании. Здесь преследовалась другая цель – ввести в культуру экономически важные виды растений, которые смогли бы поддержать местную экономику и обеспечить определенную прибыль. Они были неотъемлемой частью колонизации, и должны были играть важную роль в экономическом развитии, в развитии сельского хозяйства и торговли. Первоначально публичная составляющая ботанических садов была лимитирована. Примерами являются ботанический сад на острове Маврикий (*Jardin Botanique Nationale*), основанный в 1745 году; ботанический сад в Калькутте, Индия (*Acharya Jagadish Chandra Bose Indian Botanic Garden*), основанный в 1786 г. и *St. Vincent Botanic Garden* (1765) в Вест-Индии. Впоследствии многие из них стали туристическими достопримечательностями, в то время как их экономическая роль значительно снизилась.

Вторая мировая война (1939–1946) нанесла большой ущерб ботаническим садам – как их коллекциям, так и теплицам и оранжереям. Финансовые трудности и нехватка персонала также имели негативные последствия. Ботаническим садам пришлось столкнуться с общественным мнением, умаляющим их роль в послевоенной обстановке, где они воспринимались имеющими малое отношение к потребностям общества в тот период. В тропиках ботанические сады явились объектом посягательства местного населения, в результате которого они очень пострадали. Примеры: *Lancetilla Botanical Garden*, Гандурас; *Hawrah Botanic Garden*, Калькутта, Индия.

Хотя в некоторых случаях, таких как Королевский ботанический сад Кью государственное финансирование удалось сохранить, но другим ботаническим садам не так повезло. Некоторые не имели достаточно средств для поддержания отопления в теплицах, в результате чего многое потеряно. Из-за отсутствия технического обслуживания пострадали сами теплицы и

оранжереи, например, Королевский ботанический сад в Мадриде, Испания. Некоторые ботанические сады были вынуждены закрыться.

В послевоенные годы поворотным пунктом в деятельности ботанических садов стала их взаимосвязь с муниципальными властями. Пострадавшие сады сделались менее привлекательными для публики, за исключением рекреационных зон, да и со стороны администрации садов прилагалось мало усилий для восстановления связей с общественностью. С другой стороны, ботанические сады обнаружили, что они становятся финансово нежизнеспособными, что привело к их коммерциализации. Ботанические сады, особенно в Северной Америке, Европе и Австралии стали конкурировать друг с другом на почве создания наиболее привлекательных достопримечательностей. В то же время возросла роль ботанических садов в деле сохранения биоразнообразия растений, особенно после создания Секретариата ботанических садов в 1987, позже ставшего Советом ботанических садов по охране растений (BGCI).

Коммерциализация ботанических садов, начавшаяся во второй половине двадцатого века, является результатом привлечения посетителей в качестве источника доходов. Делая сады более привлекательными для общественности возможно введение или увеличение платы за вход. Посетители стали более требовательны, они сравнивают возможности ботанических садов с другими достопримечательностями, такими как тематически и другие парки. За последние 25–30 лет многие ботанические сады создали туристические центры, которые являются крупными многофункциональными отделами, предоставляющими информацию о саде, учебных программах, сувенирном и книжном магазине, кафе, ресторане, магазинчике по продаже растений. Примером может служить такой Центр в 2000 квадратных футов в Брукленском ботаническом саду. Кроме того, воспитательная роль ботанических садов, предлагаются профессиональные учебные программы, ориентированные на различные слои общества. С другой стороны, многие ботанические сады не имеют таких возможностей и вынуждены полагаться на проведение различных мероприятий (свадеб и т.п.) как источников дохода.

Акцент на сохранение биоразнообразия совместно с обеспокоенностью экологическими проблемами ботаническим садам предоставляют, как дополнительные возможности, так и определенные трудности. Экологическое образование в настоящее время неременный компонент образовательных программ и, с одной стороны, роль ботанических садов в практических вопросах сохранения биоразнообразия ограничена, так как приоритет отдается сохранению растений в природе (*in situ*), в то время как основная задача ботанических садов – сохранение биоразнообразия *ex situ*. Эти аспекты сада, такие как банки семян, коллекционные участки живых растений не доступны для широкой

общественности. Хотя некоторые посетители интересуются редкими и исчезающими видами растений и хотят их увидеть в экспозиции сада, но немногие из них ассоциируют ботанические сады с сохранением растительного биоразнообразия. В настоящее время из телевизионных программ и новостей люди узнают о возникающих проблемах уничтожения биоразнообразия, как, например, при вырубке тропических лесов. Опять же, многие знают о сорняках, но мало осведомлены о воздействии чужеродных инвазивных видов – одной из главных угроз для биоразнообразия.

Сегодня сотни миллионов людей посещают ботанические сады. В некоторых городах ботанический сад является одной из самых популярных достопримечательностей, так в Крайстчерче, Новая Зеландия, где ботанические сады посещают 600 000 человек. Исследования показывают, что 75 % жителей Крайстчерча за 12 месяцев посещают ботанический сад. Сады прилагают усилия по увеличению количества посетителей не только ради получаемых доходов, но и для того чтобы показать насколько успешным является данное учреждение, насколько эффективны его научная и образовательная составляющие.

Некоторые ботанические сады организуют вечерние посещения сада, устраивают специальные световые шоу для увеличения числа посетителей и доходов. Такая коммерциализация может привести к отвлечению и удалению от основной функции ботанического сада. Зайдя на домашнюю страницу Королевского ботанического сада Кью, мы находим ссылки на книгу месяца, регистрирующую посетителей, покупки в Кью, свадебные церемонии, и только в последнюю очередь ссылку на научную деятельность в Кью. Очевидно, что должен быть найден баланс.

Посетители делятся на несколько категорий: 1) местные жители, которые приобретают специальный абонемент, позволяющий им ежедневное посещение; 2) жители района или всей страны; 3) студенты – ботаники и биологи, хотя в настоящее время при сокращении университетских программ это происходит реже; 4) школьники начальной и средней школы,

для которых организованы посещения с наставниками; 5) зарубежные посетители, с которых некоторые сады (Королевский ботанический сад, Peradeniya, Шри-Ланка) взимают более высокую плату.

Для большинства посетителей основными причинами посещения ботанического сада является эстетика и рекреация. В некоторых случаях часть местной публики соперничает ботаническому саду, и такие посетители в Эдинбургском ботаническом саду в Шотландии ласково зовутся «ботаниками». Размер территории имеет большое значение: для посетителей трудно и некомфортно себя чувствовать в большом комплексе сада, где многие здания недоступны для них. Очень немногие посетители знают о существовании гербария и только в день «открытых дверей» они могут увидеть научные лаборатории или другие научные возможности.

В настоящее время различные аудиовизуальные и электронные средства все чаще используются для привлечения и информирования общественности о важности мира растений, о необходимости его сохранения и устойчивого использования. Сегодня задачи ботанических садов – использование образовательных возможностей, создание центров для посетителей, где они могут себя чувствовать желанными гостями. Кроме того, ботанические сады стараются организовывать курсы по городскому озеленению или привлекать волонтеров для осуществления проектов по восстановлению биоразнообразия.

Сегодня ботанические сады часто страдают от дисгармонии своих функций, от вынужденной конкуренции в решении насущных задач. Хотя ботанические сады принимают участие в широком спектре научной, технической, садоводческой деятельности, но предоставление экологического образования и пропаганда являются их важными функциями. Ботанические сады могут взаимодействовать с общественностью на принципах социального равенства, хотя до сих пор нет ясности в том, правильно ли оценивает широкая общественность ключевую роль и задачи ботанических садов, равно как и выполнение этих задач.

Информация об авторе

Вернон Х. Хейвуд, д-р, проф., Президент Международной ассоциации ботанических садов
Email: v.h.heywood@reading.ac.uk
Школа биологических наук, Университет Ридинга, Великобритания

Information about the author

Vernon H. Heywood, Dr., Prof., President of the International Association of Botanic Gardens
Email: v.h.heywood@reading.ac.uk
School of Biological Sciences, University of Reading, Reading RG6 6AS, United Kingdom

Лей Ши

д-р

Ключевая лаборатория растительных ресурсов
и Пекинский ботанический сад,
Институт ботаники Академии наук Китая,
Пекин

E-mail: Shilei67@263.net

Сохранение исчезающих, эндемичных и экономически значимых растений в Китае *in vitro*

Сохранение растений in vitro играет большую роль в восстановлении растительных ресурсов, и это важное дополнение к традиционным методам сохранения in situ и ex situ. Сохранение in vitro включает в себя общее сохранение, замедление роста, криоконсервацию и ультра-сухую сохранность. Методы криоконсервации получили развитие в последние 30 лет, и применяются к широкому диапазону растений, помогая сохранять клетки, ткани и генетический материал.

Ключевые слова: редкие, исчезающие, эндемичные виды растений, сохранение *in vitro*, Китай

Lei Shi

Dr.

Key Laboratory of Plant Resources
and Beijing Botanical Garden,
Institute of Botany Chinese Academy of Sciences,
China

E-mail: Shilei67@263.net

***In vitro* Conservation of Endangered, Endemic and economic Plants in China**

In vitro conservation also has an important function in factory production and population restoration of plant resources, so it is an important supplement to the traditional in situ and ex situ conservation. The present in vitro preservation methods include the general preservation, slow growth preservation, cryopreservation and ultra-dry preservation. Cryopreservation is a kind of germplasm conservation methods developed in recent 30 years which is applicable to a wide range of materials that not only can save the plant genetic materials and also the cultured cells and tissues.

Keywords: rare, endangered and endemic plants, *in vitro* conservation, China

With the rapid economic and social development, human exploitation of plant resources is becoming more and more serious, the species is also with hitherto unknown speed in disappear. In the 511 families of higher plants in the world, there are 372 families containing endangered or already extinct species, that is, each of the 8 plants has more than 1 endangered species. On the other hand, with the growth of population and the increase of human material and cultural demand, the existing plant resources have been increasingly unable to meet human needs, so new varieties with high yield and high quality and other good characters become the urgent need for humans.

Importance of human consciousness to protect plant resources and began to action can be traced back to 200 years ago. First people protect plants

through the delineation of protected areas on their habitats. Up to now, more than 120 countries around the world have established more than 8900 various types of nature protection areas, the scope of protection accounted for more than 3 % of the area of the world. Then people begin to conserve plants by establishing botanical garden and greenhouse around the world. Founded in 1987, BGCI is the world's largest biodiversity protection agency. It has more than 700 members of botanical garden in the world, and saves a large number of species. Since 1958, the British scientist Steward and Reinert obtained the full plant by *in vitro* culture the carrot root phloem cell to verify the cell totipotency hypothesis, germplasm conservation, species propagation, virus-free seedling breeding, germplasm innovation and varieties breeding and secondary metabolite production by

in vitro culture become possible. Generalized conservation by *in vitro* includes not only the preservation of cell, tissue and organ by *in vitro* culture, also including cryopreservation of seeds, pollen and DNA information. Compared with the *in vivo* conservation, *in vitro* conservation can save more space and cost, not subject to seasonal environmental impact, and can effectively save endangered species, varieties and the species that are difficult to be saved by conventional methods. *In vitro* conservation also has an important function in factory production and population restoration of plant resources, so it is an important supplement to the traditional *in situ* and *ex situ* conservation. The present *in vitro* preservation methods include the general preservation, slow growth preservation, cryopreservation and ultra-dry preservation. Cryopreservation is a kind of germplasm conservation methods developed in recent 30 years which is applicable to a wide range of materials that not only can save the plant genetic materials and also the cultured cells and tissues.

Royal Botanic Garden, Kew is the earliest institution to carry out *in vitro* culture of wild plants, which established the tissue culture unit in 1974 for the preservation of rare and endangered species, and has saved 3000 kinds, of which more than 2000 kinds of plants is the IUCN red list species. The Millennium Seed Bank established by Kew in 1997 has saved 10 % of the world's species at present, and will save 25 % of the world species in 2020 and eventually save all species. The Doomsday Seed Vault established in 2008 in a small island located in the north of the Arctic Circle by Norway has saved 150,000,000 seeds of 300,000 crops that finally can save 2.25 billion seeds of 4.5 million species. The national plant germplasm American quality system (NPGS) is the world's largest plant germplasm resources system that has 10182 species and 437127 germplasm come from 184 families, 1509 genera, and include about 280,000 copies of germplasm for long-term preservation. Vavilov Research Institute of Plant Industry has built gene bank of plant genetic resources and wild resources, and Moscow Main Botanical Garden has also built *in vitro* conservation laboratory.

China is one of the countries that has the richest higher plants, but also in the face of more serious threaten plant resources. In the past 50 years, there are about 200 species extinct, and nearly 5000 species become endangered or near endangered out of 30000 species of higher plants, that account for 15–20 % of total number, which is higher than the world level of 10–15 %. Over the years China has been in the protection activities, and at present more than 200 types of botanical garden has been built, including 14 botanical garden of Chinese Academy of Sciences that introduced and preserved about 20,000 kinds of higher plants, accounting for about

90 % of collected plants in all botanical gardens. The National Crop Genebank of China built in 1986 that conserved 35 families, 192 genera, 725 species, and more than 340,000 copies, is the National Crop Germplasm Resources Preservation Center and Research Center. The most important institutions for wild plant resources preservation in China include the *in vitro* Plant Germplasm Collection, Biological Resource Center (BRC), Chinese Academy of Sciences (CAS) founded in 1996, relying on the Institute of Botany, the Rare and Endangered Germplasm Bank, BRC-CAS founded in 1996, based on Xishuangbanna Tropical Botanical Garden and the China Germplasm Bank of wild Species established in 2007 as National Library of wildlife.

In vitro Plant Germplasm Collection, BRC-CAS with the goal of *in vitro* preservation of endangered, endemic and economically important plant resources, has collected and preserved more than 500 species and 3000 copies, including Gesneriaceae, ferns, Liliaceae and other ornamental plants, economic plants and engineering plant. The characteristics of work including: 1, *in vitro* preservation of Gesneriaceae. Rescue a wild extinct species *Chirita spadiciformis* through the technique of *in vitro*, get a large number of plants and will further carry out field restoration work; long-term storage the leaves of two edible Gesneriaceae by cryopreservation technology successfully. The *in vitro* bank has collected and conserved more than 210 species of Gesneriaceae include some endangered species such as *Bournea sinensis*, *Chirita ophiopogoides*, *Metabriggsia ovalifoli* at present. 2, *in vitro* preservation of ferns and spore bank construction. The *in vitro* bank has preserved about 460 species of fern gametophyte and sporophyte, including *Alsophila spinulosa*, *Cyathea lepifera*, *Cibotium barometz*, *Phyllitiss colopendrium* and other endangered species and *Pteris*, *Asplenium nidus*, *Platycerium*, *Adiantum* and other ornamental cultivars; solve the long-term preservation of *Alsophila spinulosa*, *Osmunda* spores by cryopreservation technology and established fern spore bank on the basis of this, and preserved 578 species of fern spores; established GGB tissue culture process special for ferns. By this method the propagation of medicinal plants *Drynaria* through GGB will save 3–4 months than propagation through spore sowing; the propagation of ornamental Nest Fern through GGB also save a lot of time and obtained high proliferation speed.

The Rare and Endangered Germplasm Bank, BRC-CAS with the goal of collecting evaluating and storage of tropical and subtropical plant germplasm resources especially rare and endangered endemic plant germplasm resources. It has built -18°C and 4°C seed storage bank and a 15°C micro propagation material storage bank, and has stored 1290 species,

8107 copies of seeds, micro propagation materials 73 species, 1310 copies. The Rare and Endangered Germplasm Bank put recalcitrant seeds research as the focus, study on the storage characteristics and storage technology of tropical seeds. They have made important progress in the seeds germination and storage of tropical rain forest *Dracaena* and orchid.

The China Germplasm Bank of wild Species with the goal of establishing *in vitro* plant germplasm bank, DNA bank, microbe bank and animal bank, and saving 19000 species in 15 years. Now it has conserved seeds of 8474 species, 62062 copies of wild plants, 1420 species of *in vitro* plant material, and

2800 species of DNA materials. The China Germplasm Bank has carried out systematical collection and rescue of Orchidaceae which is the most abundant germplasm resources in Southwest China. They have collected more than 200 species of *Dendrobium*, *Cypripedium*, *Holcoglossum*, *Cymbidium*, *Calanthe*, *Bulbophyllum* that has medicinal or ornamental value or endangered. They also rescue an endemic species *Paraisometrum mileense* which is considered extinct a century in China by seed germination and explant tissue culture in 2006. They also carried out regression introduction experiment, and finally achieve the return of introduction.

В условиях быстрого экономического и социального развития эксплуатация растительных ресурсов становится все более и более интенсивной; также отдельные виды растений с огромной скоростью исчезают. Из 511 семейств высших растений 312 семейств имеют исчезающие или уже исчезнувшие виды, это значит, что на каждые восемь растений приходится более одного исчезающего вида. С другой стороны, с ростом населения и увеличением материальных потребностей, имеющиеся ресурсы не в состоянии удовлетворить потребности человека, и, поэтому, возникает необходимость в привлечении новых высокопродуктивных разновидностей и сортов.

Важность защиты растительных ресурсов человечество осознало около двухсот лет назад. Впервые растения стали содержаться на особо охраняемых природных территориях. До сих пор более чем в 120 странах существует 8900 различных типов особо охраняемых территорий, это занимает более 3% всей площади земного шара. Затем люди начали сохранять растения, создавая ботанические сады и оранжереи. Основанная в 1987 г. организация BGCI, является ведущей организацией по сохранению растительного биоразнообразия. В нее входят более 700 ботанических садов мира, которые прилагают большие усилия к сохранению различных видов растений. В 1958 г. британские ученые Стюарт и Рейнер получили полное растение *in vitro* из клеток флоэмы корней моркови, открыв эру сохранения зародышевой плазмы, получение свободных от вирусов семян, получения метаболита и новых методов размножения растений. Сохранение *in vitro* включает в себя не только сохранение клеток, тканей и органов растения, но и криоконсервацию семян, пыльцы и информацию ДНК. Сохранение растений *in vitro* имеет ряд преимуществ: экономию места и стоимости, свободу

от воздействия сезонных изменений, возможности размножения редких и исчезающих видов растений, а также других видов и сортов, которые трудно размножить обычными методами. Сохранение растений *in vitro* играет большую роль в восстановлении растительных ресурсов, и это важное дополнение к традиционным методам сохранения *in situ* и *ex situ*. Сохранение *in vitro* включает в себя общее сохранение, замедление роста, криоконсервацию и ультра-сухую сохранность. Методы криоконсервации получили развитие в последние 30 лет, и применяются к широкому диапазону растений, помогая сохранять клетки, ткани и генетический материал.

Королевский ботанический сад Кью впервые применил методы *in vitro* для сохранения дикорастущих растений, создав в 1974 г. Объединение культуры тканей для сохранения редких и исчезающих видов, в результате чего удалось сохранить около 3000 видов, 2000 из которых входят в Красную книгу МАБС. В Кью в 1997 г. учрежден Семенной Банк Тысячелетия, который спас 10 % мирового растительного разнообразия; к 2020 г. – эта цифра увеличится до 25 % и в конце концов будут сохранены все виды. В Норвегии, в северной части за полярным кругом на небольшом острове в 2008 г. создан банк семян «The Doomsday Seed Vault», который имеет на хранении 150 000 000 семян 300 000 культур. Можно сохранить 2,25 миллиарда семян 4,5 миллиона видов. Американская национальная качественная система зародышевой плазмы – самый большой ресурс, имеющий 437127 образцов зародышевой плазмы 10182 видов относящихся к 184 семействам, 1509 родам и включает в себя 280 000 копий для долгосрочного хранения. В России большой генный банк находится в Вавиловском научно-исследовательском институте

растениеводства. В Главном ботаническом саду существует также лаборатория культуры тканей.

Китай является одной из стран, имеющих богатый ресурс высших растений, но и существует большая угроза его уничтожения. За последние пятьдесят лет из 30 000 существующих видов высших растений около 200 видов растений исчезли, 5000 видов оказались под угрозой исчезновения, что составляет 15-20% и превышает мировой уровень на 10-15%. В последнее время Китай включился в природоохранную деятельность; в настоящее время основано более 200 ботанических садов, включая 14 ботанических садов Академии наук Китая. В них содержится около 20 000 видов высших растений, что 90% собранных во всех ботанических садах.

Национальный генный банк Китая основан в 1986 году и здесь находится 35 семейств, 192 рода, 725 видов и более 340 000 экземпляров зародышевой плазмы. Он является также и научно-исследовательским центром. Важными учреждениями для сохранения растительных ресурсов Китая являются 1) Коллекция зародышевой плазмы в Центре биологических ресурсов Академии наук Китая, основанном в 1996; 2) Банк зародышевой плазмы редких и исчезающих видов, основанный в 1996 г. в Сичуаньбанском тропическом ботаническом саду; 3) Коллекция зародышевой плазмы диких видов, основанная в 2007 г. как Национальная Библиотека дикой природы.

В Центре биологических ресурсов по сохранению исчезающих, эндемичных и экономически значимых растений содержится более 500 видов и 3000 копий, включая геснериевые, папоротники, лилейные и другие растения. Работа по сохранению геснериевых включает в себя 1) разработку получения культуры тканей исчезнувшего вида *Chirita spadiciformis*, получение достаточного числа растений и возвращение его в природу. Сохранение листьев двух съедобных представителей геснериевых путем криоконсервации. *In vitro* банк включает в себя 210 видов геснериевых, в том числе такие исчезающие виды, как *Bournea sinensis*, *Chirita ophiopogoides*, *Metabriggsia*

ovalifolii; 2) сохранение *in vitro* папоротников и создание банка спор. В *in vitro* банке находятся гаметофиты и спорофиты 460 видов папоротников, включая *Alsophila spinulosa*, *Cyathea lipifera*, *Cibotium barometz*, *Phyllitis scolopendrium* и другие исчезнувшие виды, а также *Pteris*, *Asplenium nidus*, *Platyserium*, *Adiantum* и другие декоративные культивары. Решена проблема долгосрочного сохранения спор *Alsophila spinulosa* и *Osmunda*. Банк папоротников включает 578 видов. Создана GGB культура специально для папоротников. Этим методом на 3–4 месяца экономится время размножения лекарственного папоротника *Drynaria*, по сравнению с обычным посевом спор. Размножение декоративного гнездового папоротника путем GGB также экономит время и имеет высокую скорость пролификации.

Банк зародышевой плазмы редких и исчезающих видов создан для сохранения ресурсов тропических и субтропических видов, особенно редких и эндемичных. Он имеет камеру хранения семян при -18°C и камеру хранения микроклонального материала при -15°C и сохраняет 1290 видов, 8107 образцов семян; микроклонального материала – 73 вида, 1310 образцов. Этот банк делает акцент на хранении семян трудно размножающихся тропических видов. Здесь достигли определенного успеха в сохранении представителей дождевых лесов и орхидных.

Китайский банк зародышевой плазмы диких видов имеет ДНК банк, банк микробов, банк животных и сохраняет около 19 000 видов. Здесь хранятся семена 8474 видов, 62 062 копии диких растений, а также 1420 видов растений, размноженных *in vitro* и ДНК 2800 видов. Этот банк осуществляет систематический сбор орхидных, и является самым крупным ресурсом на юго-западе Китая. Здесь собраны более 200 видов таких родов, как *Dendrobium*, *Cypripedium*, *Holcoglossum*, *Cymbidium*, *Calanthe*, *Bulbophyllum*, имеющих декоративное и лекарственное значение. В 2006 г. спасен эндемичный вид *Paraisomet rummileense*, который считался вымершим, и проведен успешный эксперимент по введению его в культуру.

Информация об авторе

Лей Ши, д-р

Ключевая лаборатория растительных ресурсов и Пекинский ботанический сад, Институт ботаники Академии наук Китая

E-mail: Shilei67@263.net

100093, Пекин, Китай

Information about the author

Lei Shi, Dr.

Key Laboratory of Plant Resources and Beijing Botanical Garden, Institute of Botany Chinese Academy of Sciences

E-mail: Shilei67@263.net

100093, PR China, Beijing

Чарльз П. Лаубшер
д-р, проф.

Технологический университет Пенинсулы,
ЮАР

Email: laubscherc@cput.ac.za

Садоводческое образование и проблемы научных исследований: разнообразие и потенциал региона Капской Флоры

Подчеркивается значение садоводческого образования в решении проблемы экономического развития Южной Африки, флористически богатого и уникального региона мира, ведущая роль в этой области ботанических садов. Показано, как специфика природы региона отражается на направлениях научной, природоохранной и коммерческой деятельности ботанических садов.

Ключевые слова: садоводство, образование, ботанические сады, биоразнообразие, Капская провинция, Южная Африка

Charles P. Laubscher
Dr., Prof.

Cape Peninsula University of Technology

Email: laubscherc@cput.ac.za

Horticultural Education and Research Challenges: Diversity and Potential of the Cape Floral Region

It stresses the importance of horticultural education in addressing the problems of economic development of South Africa's rich and unique floristic region of the world, the leading role in the field of botanical gardens. It is shown how the specificity of the nature of the region is reflected in the areas of scientific, environmental and commercial activity of botanical gardens.

Keywords: gardening, education, botanical gardens, biodiversity, South Africa, Cape Floral Region

Introduction

Horticulture education is the tuition of the fundamentals of the art and science behind both the cultivating and the creative use of plants of the world. South Africa is a country with huge economic and development potential but it continues to experience poverty and large unemployment rates due to a variety of challenges. Horticultural education can develop skills which can help combat these issues, but education in both developed and developing countries faces its own challenges. With increasing enrolment numbers various horticultural educational programs are developing teaching and learning strategies for active learning. The motivation for the development and implementation of new strategies is largely to overcome the lack of interest at primary and secondary education levels in this field.

Secondary education level programmes should be developed to develop in learners an interest in horticultural activities, so as to attract applicants to an industry that is competitive and demanding, yet potentially economically empowering. Apprenticeships, internships, work integrated learning, workplace based learning and e-learning opportunities are all essential parts of the undergraduate

study field. However, horticultural education should also include passive learning, information transmission, memorisation, active participation in surface learning, and teamwork learning, while research postgraduate studies should be activated by critical thinking and deep learning. Programmes should also support community base service learning projects in developing disadvantaged communities to develop a grassroots understanding of the potential of the horticultural industry.

Role of Botanical gardens

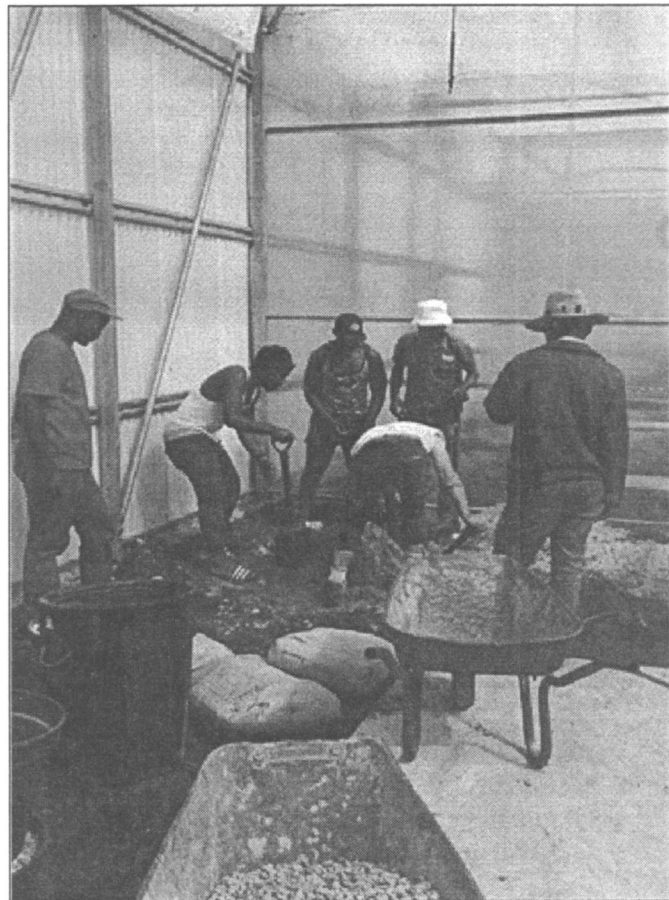
Botanical gardens play a fundamental role in both the education and motivation of future horticulturists, and both urban and public gardens can contribute largely to education and inspiration at all education levels. Horticultural education needs to attract students to an industry that is competitive and innovative by creating a culture of awareness of the horticultural sector with its high employment possibilities.

The Cape Floral Region in South Africa houses three important botanical gardens. The most famous and recognizable of these, Kirstenbosch National Botanical Gardens is one of the world's leading Botanical Gardens and

is a forerunner in botanical conservation in the region. Education and training also ranks high in the priorities of Kirstenbosch, one of the most beautiful gardens in Africa. Established in 1913, the 36 hectare garden displays, promotes and conserves more than 7 000 species of the diverse flora of southern Africa, including many rare, threatened and endangered species. Kirstenbosch is also committed to foundational biodiversity work through the use of a herbaria, DNA and Millennium Seed Banks as well as national vegetation maps (SANBI, 2015). Highly interactive learning programmes are offered to schools, youth, and community groups, while structured internships and work-integrated learning are offered to students from higher education institutions in support of the National Education Policies. The results of these investments in education are measured in the establishments of school gardens and outreach programmes to disadvantaged communities. South Africa's biggest resource is undoubtedly the diversity of people and their indigenous knowledge of plants and species, and the botanical gardens are a tremendous resource for enhancing and utilizing these resources.

Education in ornamental horticulture

The Cape Peninsula University of Technology (CPUT) is located in the heart of the Cape Floral Region and is the only educational institution in South Africa that offers ornamental horticultural education with a strong emphasis on the Cape floral diversity. Courses are offered from undergraduate to Masters levels and students are provided with experience in the industry through modern greenhouses, Tissue culture and research laboratories as well as a herbarium of plants found locally and worldwide (CPUT, 2015). A future botanical garden is also planned on campus, which will be used to cultivate and showcase the indigenous flora. The horticultural programs of CPUT are linked with the landscape programs, and the campus is used as a living laboratory in which students are involved in the use of ornamental plants in the gardens and grounds of the university. This institution works in close relation with local botanical gardens to advance learning and to



Students building a water feature in the tropical biome on campus

develop work opportunities by providing an in-depth study in the propagation, cultivation and conservation of indigenous species. To have a strong global impact, ornamental horticultural education should create a broad knowledge base of horticultural techniques to develop a world class ornamental horticulture industry in the region. The activities of CPUT are aligned with the changing needs and new technologies of the industry to ensure that professionals are trained and mentored to improve their employability.

Challenges and threats

The Cape Floral Region holds great educational potential for the future preservation, conservation and commercialisation of its highly important floral diversity. The most southern tip of Africa is characterised by an exceptionally rich flora which includes over 9 000 species in an area of 90 000 km² and is described as one of the world's six global floral kingdoms (Dreyer, 2014). This Mediterranean climate region harbours a unique flora called Fynbos, so named to describe its narrow-leaf and low growing vegetation. Many interesting and attractive species endemic to the region have become rare or endangered. Endemic Proteaceae species such as *Leucadendron stelligerum* and *L. laxum* have only an estimated 1000 and 5 000 remaining plants left (Rebelo, 2001; Mustard et al., 1997). Some



Educational visits to industry are an essential part of training undergraduates

of the indigenous species are naturally rare due to reproductive patterns (Paterson-Jones, 2000), while others are severely affected by the spread of alien vegetation, infrequent burning, over harvesting of cut flowers and urban developments. Agricultural activities have been identified as the largest cause of habitat destruction. Overharvesting of cut flowers is responsible for depleting the reserve of seed required for the next generation of species (Coetzee and Littlejohn, 1994). Sustainable harvesting studies are needed for the future conservation of the unique plants of the area. The spread of alien invasive species has been recorded as the second biggest threat to biodiversity (SAN-PARKS, 2015), and more studies are needed to eradicate alien species and to promote sustainable conservation of species. Seed from most species in the region are stimulated by the natural occurrence of seasonal wild fires. However, burning periods shorter than seven years could result in loss of biodiversity (Brown and Duncan, 2006). The impact of fire on the biodiversity remains complex and future studies on fire control management systems should prevent the threat of further extinction of species (Coetzee and Littlejohn, 1994). There are many challenges facing the diversity of species of the Cape Flora Region but these very challenges are what create such significant potential for research for the region.

Opportunities and development

The Cape Floral Region is lagging behind the world in product development of natural resources for commercial horticultural gain. While some species have found their way to commercial cultivation, there remains a lack of scientific research in plant breeding and product enhancement in the promotion of these resources. *Leucadendron*, belonging to family Proteaceae is one of the leading export floral crops and has contributed greatly to the cut flower industry as both dried flowers and green filler known as «Cape Greens». Most Proteaceae are considered speciality flowers due to their unique shapes and



Threatened and overharvested
Leucadendron elimense subsp. *elimense*

colours and therefore suitable for niche markets for cut flower and pot production. The world market is continually faced with a demand for new and unusual flowering potted plants. Plant breeding should be aimed at improving product characteristics and quality through the sale of patented cultivars to advance world market trade. Plant breeding has already resulted in more than seventy commercial Proteaceae species and cultivars being cultivated in field-grown orchards. Leading indigenous floral bulb species such as *Gladiolus* have contributed more to the world wide cut flower market than any other species and has also shown favorable responses to plant growth regulators for flowering pot plant production (Milandri et al., 2008). Further research is required on the indigenous and endemic species for the selection, application and concentration of growth regulator for cultivation purposes. Ongoing research studies should focus on cultivation and post-harvest technology for improving product quality, prolong product freshness and longevity of commercial products.

Due to climatic change and water shortage, there is an increased demand for water wise planting of indigenous species as ornamentals in gardens (Van Jaarsveld, 1996).



King protea, *Protea cynaroides* start opening
for cut flower harvesting



Aristea sprialis flowering after seasonal fires.



Remaining populations of *Watsonia aletroides* and *W. laccata* x *Aletroides* along a road verge

Fynbos requires less care, is more suitable for water wise planting and provides a composition and diversity of magnificence (Manning, 2007). Cape Floral species have very specific preferences for adaptability to climatic requirements. Most species prefer low pH, sandy soils with good drainage which is low in nutrients, especially nitrogen and phosphorus (Brown & Duncan, 2006). Many Protea species have developed a tuft of fine roots which sprout from the soil surface to enhance uptake of water and nutrients after the first winter rains (Manning, 2007). Further research should be conducted in the relation of nutrient uptake and plant growth. There is also a need for research studies on the propagation and cultivation of indigenous species. Most Cape floral species are naturally propagated from seeds as they regenerate after exposure to smoke during fires in their natural habitat. Most species of fynbos are woody perennials and respond well to rooting hormones, with studies showing IBA and IAA applications improved rooting under shade house conditions using a bark/ polystyrene medium (Laubscher & Ndakidemi, 2009). Advances in tissue culture have also been reasonably successful in the propagation of some fynbos species, however species such as *Agathosma* has not been successful in the rooting stage. This and other problems illustrate that further research is necessary to support the production of clones and the development of new systems of production for the diversity on the floral region. Propagation studies are necessary to support the commercialisation of species and for increasing awareness and re-introducing of plants into the natural habitat. The Cape Floral Region has the potential to become the leader in the continent in ornamental horticulture, with the potential in cultivating a diversity of plants from a rich natural resource. The region's local knowledge is powerful, something that needs

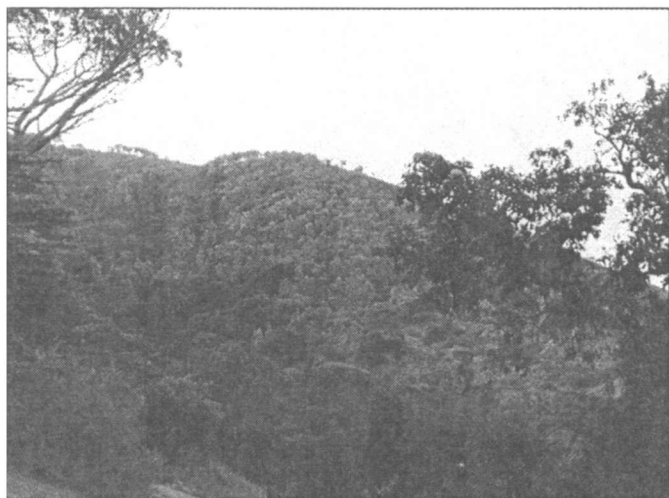
to be brought into the continent's knowledge base. The region needs to regain ownership of indigenous plants by utilizing the vast range of species available to break into the various markets.

Medicinal knowledge potential

South Africa has a rich history of traditional healers, indigenous medicine, and medicinal plant use but sustainable harvesting and medicinal plant cultivation requires serious attention. Many species with medicinal value contain high oil contents and a diverse array of secondary metabolites with antioxidant potential. There is reluctance amongst traditional healers to use cultivated species as plants harvest from the wild are believed to be more potent (Dold and Cocks, 2002) with the result that overharvesting of species continues in the wild. Research studies need to be broadened to collect more information on cultivation practices to advance commercial cultivation and production of the rich plant resources to expand pharmaceutical, cosmetic and culinary products (Koehorst et al., 2010). The application of basic skills needs to be developed to standards of international excellence. Improvement of infrastructure, presentation and transportation will add value and service to unique products. The potential in developing large scale production nurseries to supply local and export demands should be investigated and advanced.

Conservation and ecotourism

The Cape Floral Region is one of the world's biodiversity hotspots that hosts a relatively small number of taxa which have differentiated into extraordinary species-rich families. The diversity of this flora can be described as the



Silver tree, *Leucadendron argenteum* covers the slopes of Table Mountain



Table Mountain in Cape Town, a World Heritage Site and home to 2200 plant species

«Green Gold of Table Mountain», and can be considered as one of the richest natural resources, offering the potential to provide huge commercial income and to attract millions of tourists to the region. The Cape Floral Region was declared a UNESCO Natural World Heritage Site in 2004. The region has the potential to expand as major tourist destination for its beautiful scenery, large species and geographic diversity and the highest density of endemic flora in the world (Cowling, 1993). The ecotourism potential has not fully been explored and could hold many benefits for the economy, which could lead to promotion of the area and future conservation of the plant diversity (Laubscher, et. al., 2009). The genus *Erica* is by far the largest of the indigenous genera, with 658 species (Dreyer, 2014). There are also 330 species of *Proteaceae* of which some are near extinction (Rebelo, 2001). The successful propagation and reintroducing of almost extinct *Erica verticillata* into the natural habitat has made a significant impact in saving this endangered fynbos species. The challenge of the economic, function and conservation of Cape Floral Region holds future research opportunities for scientists and conservationists to collect a wealth of information on species and the ecology in an effort to prevent future destruction of sensitive habitats. With education and research The Cape Floral Region has the potential for agriculture, conservation and ecotourism to work together to maintain a balance of protection, enjoyment and commercial gain of the rich floral diversity of the Cape Floral Region.

References

1. Brown, N. & Duncan, G. Grow fynbos plants. South African National Biodiversity Institute. 2006. Claremont, Cape Town.
2. Coetzee, J.H. & Littlejohn, G. 1994. Indigenous South African Flower Industry // Hortagrow, 1991. Vol. 8. Pp. 9–11.
3. CPUT. Department of Horticultural Sciences. 2015. <http://www.cput.ac.za/academic/faculties/appliedsciences/departments/horticulture> [13 February 2015].

4. Dold, A.P. & Cocks, M.L. 2002. The trade in medicinal plants in the Eastern Cape Province, South Africa // South African Journal of Science. 2002. Vol. 98. Pp.589–596.
5. Dreyer, L., L. A journey through the biological complexity of the Cape Floristic Region, South Africa. 2014. Inaugural Presentation. University of Stellenbosch.
6. Koehorst, R. Laubscher, C.P. & Ndakidemi, P.A. Growth response of *Artemisia afra* Jacq. to different pH levels in a closed hydroponics system // Journal of Medicinal Plants Research 2010. Vol. 4(16), Pp. 1617–1623.
7. Laubscher, C.P. Ndakidemi, P.A. Bayat, M.S. & Slabbert, A. Conservation and propagation of endangered *Proteaceae* on the Agulhas plain for sustainable ecotourism development // Scientific Research and Essay 2009. Vol. 4 (5). Pp. 374–380.
8. Laubscher, C.P. & Ndakidemi, P.A. A survey of farm-level practices on endangered *Leucadendron* species and the future influence of ecotourism development on the Agulhas plain // African Journal of Agricultural Research 2009. Vol.4 (12). Pp. 1455–1463.
9. Manning, J. Field Guide to Fynbos. Cape Town. 2007. Struik Nature.
10. Milandri, S. Laubscher, C.P. & Ndakidemi, P. 2008. Hydroponic culture of *Gladiolus tristis*: Application of paclobutrazol for flowering and height control // African Journal of Biotechnology 2008. Vol. 7(3) Pp. 239–243.
11. Mustard, P. Cowling, R. & Albertyn, J. Southern Overberg. South African Wild Flower Guide 8. National Botanical Institute. Cape Town: National Book Printers. 1997.
12. Rebelo, A.G. Proteas. A Field Guide to the Proteas of Southern Africa. Cape Town: Fernwood Press, 2001.
13. SANBI. Kirstenbosch Gardens. <http://www.sanbi.org/gardens/kirstenbosch> [28 February 2015].
14. SANPARKS, 2008. Agulhas Biodiversity Initiative. http://www.sanparks.org/parks/agulhas/news/2009/abi_initiative.php [2 February 2015].
15. Van Jaarsveld, E.V. Waterwise gardening in South Africa and Namibia. Cape Town, Struik Lifestyle, 2010.

Введение

Садоводческое образование должно опираться на фундаментальные принципы науки и искусства, на культивирование и творческое использование мирового растительного разнообразия. Южная Африка является страной с большими возможностями экономического развития, но она до сих пор сталкивается с проблемами бедности и безработицы. Садоводческое образование может частично помочь в решении этих проблем, хотя образование в развитых и развивающихся странах имеет свои особенности. Разрабатываемые садоводческие образовательные программы способствуют стратегическому развитию активного обучения. Реализация новых стратегий в значительной степени призвана преодолеть отсутствие интереса в начальных и средних учебных заведениях.

Программы в средней школе должны пробуждать в учащихся интерес к садоводству, что поможет им стать конкурентоспособными в некоторых областях производства. Для этого нужно использовать различные приемы профессионального обучения: стажировки, комплексное, дистанционное обучение. Необходимо также предусмотреть и пассивное обучение в виде запоминания информации и активное участие в производственном процессе непосредственно на рабочем месте. В аспирантуре должно быть активизировано глубокое изучение предмета и его критический анализ. Программы должны поддерживать образовательные проекты и привлекать все слои общества для работы в садоводческой отрасли.

Роль ботанических садов

Ботанические сады играют основополагающую роль в образовании будущих садоводов: как городские, так и общественные сады способствуют повышению образовательного уровня. Садоводческое образование напрямую связано с использованием специалистов в садоводческой индустрии, которая становится инновационной и конкурентоспособной. Следует учитывать, что садоводческий сектор экономики имеет возможности высокого уровня занятости населения.

Регион Капской Флоры в Южной Африке имеет три важных ботанических сада. Наиболее известный и знаменитый – это Национальный ботанический сад Кирстенбош. Он является одним из ведущих ботанических садов мира и пионером сохранения местной флоры. Этот сад – один из самых красивых садов Африки. Образование и обучение также занимают приоритетное место в его деятельности. Основанный в 1913 году, занимающий 36 гектаров площади, сад сохраняет более

7000 видов флоры южной части Африки, в том числе множество редких и исчезающих. Кирстенбош отдает приоритет фундаментальной науке по сохранению растительного разнообразия, имеет богатый гербарий, банк семян, банк ДНК, карту национальной растительности (SANBI, 2015). Для обучения школьников используются интерактивные программы, для студентов высших учебных заведений предлагаются стажировки и интегрированное обучение, что способствует поддержке политики национального образования страны. Результатом является создание школьных садов, информационно-пропагандистских программ для социально неблагополучных слоев населения. Самый большой ресурс Южной Африки – это разнообразие народов и их знания о разнообразии местных растений; здесь ботанические сады могут способствовать утилизации и сохранению этих важнейших ресурсов.

Образование в декоративном садоводстве

Технологический Университет Кейп Пенинсулы расположен в самой центральной области и является единственным учебным заведением в Южной Африке, предлагающим специальное образование по декоративному садоводству с акцентом на изучении разнообразия Капской Флоры. Студентам предлагаются современные научные лаборатории, в том числе по биотехнологии, оранжереи, богатый фонд гербария местной и мировой флоры (CPUT, 2015). Территория университета используется как живая лаборатория, где студенты выполняют задания по ландшафтному дизайну, изучению и использованию декоративных растений в озеленении. Университет тесно связан с ботаническим садом, где изучаются методы размножения растений, приемы культивирования и сохранения исчезающих видов. Изучение декоративного садоводства создает широкую основу для развития садоводческой индустрии в регионе. Обучение учитывает меняющиеся требования, соблюдение новых технологий в отрасли, что увеличивает шансы специалистов на трудоустройство.

Возникающие угрозы

Регион Капской Флоры благодаря своему богатому растительному биоразнообразию имеет определенный потенциал в области его сохранения, коммерциализации и образования. Самая южная оконечность Африки характеризуется исключительно богатой флорой, включающей 9000 видов, произрастающих на территории 90 тыс. кв. км и описывается как одно из шести растительных царств (Dreyer, 2014). В этом средиземноморском климате формируется уникальный

флористический феномен под названием *Fynbos*, названный так чтобы описать низкорослую растительность с узкими листьями. Многие эндемичные виды региона стали редкими и исчезающими. Такие виды протейных как *Leucadendron stelligerum* и *L. laxum* остались в природе в количестве 1000 и 5000 экземпляров соответственно (Rebello, 2001; Mustard et al., 1997). Некоторые виды становятся редкими в природе из-за плохого репродукционного восстановления (Paterson-Jones, 2000), другие – в результате распространения чужеродных видов, а также из-за возникающих пожаров или урбанистического влияния. Сельскохозяйственная деятельность – самая главная причина разрушения среды обитания эндемичных растений. Чрезмерная срезка цветов несет ответственность за сокращение запасов семян, необходимых за восстановление. Для сохранения уникальных растений региона необходимы исследования в этой области. Распространение инвазивных чужеродных видов – одна из больших угроз для биоразнообразия и здесь необходимы исследования, чтобы остановить проникновение чужеродных видов в местную флору и таким образом содействовать устойчивому сохранению видов. С одной стороны сезонные пожары способствуют процессу естественного возобновления растительности, с другой, частые пожары (чаще, чем через 7 лет) могут привести к потере биоразнообразия. Изучение влияния пожаров остается сложной задачей будущих исследований; главное, что управление пожарами должно предотвратить угрозу дальнейшего исчезновения видов. Таким образом, есть много проблем по сохранению биоразнообразия Капской Флоры, с которыми сталкиваются ученые, но в то же время имеется потенциал для дальнейших исследований в регионе.

Возможности и развитие

Один из важных вопросов, касающихся региона Капской Флоры – это исследование природных ресурсов в коммерческих целях.

В то же время, как некоторые виды нашли свой путь в коммерческой культивации, то с другой стороны отсутствуют селекционные исследования, усовершенствующие растительный материал. *Leucadendron*, принадлежащий к семейству протейных, является одним из ведущих экспортных цветочных культур и вносит большой вклад в цветочную индустрию. Его сухие цветки и зелень имеют специальное название «Cape Greens». Большинство протейных из-за уникальности форм и цветов подходят для рынков срезанных цветов и контейнерного выращивания. Мировой рынок постоянно сталкивается с требованием привлечения новых, необычных цветущих горшечных

растений. Селекционные работы должны быть направлены на улучшение характеристик и качества материала; патентованные сорта должны продвигаться на мировой рынок. Так было создано более 70 сортов протейных, которые с успехом культивируются в открытом грунте. Производители луковичных растений, таких, как гладиолусы внесли большой вклад в мировой рынок срезанных цветов и показали преимущества исследования регуляторов роста в горшечной культуре (Milandri et al., 2008). Необходимы дальнейшие исследования и отбор местных и эндемичных видов в целях их выращивания в условиях культуры. Некоторые исследования должны быть направлены на улучшение качества и продление жизни срезанных цветов.

В условиях меняющегося климата и нехватки воды возникает необходимость культивирования исчезающих видов, как декоративных (Van Jaarsveld, 1996). Растения «Fynbos» требуют меньшего ухода, и, поэтому, более подходят для водоаккумулирующих посадок, которые отличаются и высокими декоративными качествами (Mapping, 2007). Многие виды Капской Флоры имеют очень специфические требования к адаптации в различных климатических условиях. Большинство видов предпочитают низкие показатели pH, песчаные, хорошо дренированные бедные почвы, с низким содержанием питательных веществ, особенно азота и фосфора (BROWN and Duncan, 2006). Многие виды протейных образуют пучок хорошо развитых корней, которые распространяются вне поверхности почвы и поглощают воду и питательные вещества сразу после первых зимних дождей (Mapping, 2007). Дальнейшие исследования необходимы для изучения потребления растениями питательных веществ и их роста. Также есть потребность в научных исследованиях в области размножения и выращивания исчезающих видов. Большинство видов Капской Флоры в естественной среде обитания размножаются семенами, начинающими регенерацию после воздействия дыма во время пожара. Большинство видов: «Fynbos» – это древесные многолетники, и они хорошо реагируют на гормоны роста, что показало изучение ИМК и ИУК при укоренении в теплицах в субстрате коры (Laubscher and Ndakidemi, 2009). Исследование технологий культуры тканей во многих случаях были достаточно успешными, хотя, например, *Agathosma* не смогла пройти до стадии образования корней. Все это указывает на необходимость дальнейших исследований по развитию новых систем воспроизводства клонов. Это послужит, с одной стороны, поддержке выращивания растений в коммерческих целях, а также получения необходимого материала для возвращения растений в естественную среду

обитания. Регион Капской Флоры потенциально лидирует на континенте в деле Декоративного Садоводства, а также сохранение биоразнообразия богатого флористического района. Использование знания местных видов должно влиться в общее знание континента. Регион должен использовать широкий спектр редких и исчезающих видов в деле сохранения растительного разнообразия.

Потенциал медицинских знаний

Южная Африка имеет свою богатую историю традиционной медицины, использующую лекарственные растения, но развитие лекарственного растениеводства требуют серьезного внимания. Многие виды имеют лекарственную ценность, содержат масла и вторичные метаболиты с антиоксидантным потенциалом. Традиционные целители не используют выращенное сырье, а предпочитают собирать его в природе, считая более мощным (Dold and Cocks, 2002), что приводит к нежелательному уничтожению видов в дикой природе. Поэтому исследования ведущие к развитию практического культивирования лекарственных растений должны быть расширены. Это будет способствовать расширению фармацевтической, косметической и кулинарной промышленности (Koeberst et al., 2010). Все местные знания должны быть приведены в соответствие с международным опытом. Здесь возникает необходимость и в улучшении инфраструктуры и транспортного сообщения. Потенциал в развитии крупномасштабного производства лекарственного сырья имеют как местные питомники, так должны быть учтены и экспортные возможности.

Сохранение и экотуризм

Регион Капской Флоры является одним из крупнейших центров биоразнообразия, где сравнительно небольшое число таксонов относится к очень богатым в видовом отношении семействам. Разнообразие местной флоры может быть описано как «Зеленое золото Столовой горы» и рассматриваться как один из богатых ресурсов, обеспечивающих коммерческий доход и привлечение миллионов туристов. Регион Капской Флоры в 2004 г. был объявлен ЮНЕСКО природным объектом мирового наследия благодаря своим ландшафтам, прекрасным пейзажам и высокой плотности эндемичных видов (Cowling, 1993). Потенциал экологического туризма может привести к экономическому подъему, что поможет, в конечном счете, сохранить разнообразие растений (Laubscher et al., 2009). Богатство флоры очевидно: род *Erica* – самый крупный, содержит 658 видов; протейные представлены 330 видами, некоторые из которых находятся на грани исчезновения (Robelo, 2001). Успешное размножение и реинтродукция почти исчезнувшего вида *Erica verticillata* внесло значительный вклад в сохранение исчезающих видов. Перед учеными и экологами стоит задача как можно более широкого и тщательного изучения местной флоры в целях сохранения Капского региона и предотвратить разрушение мест обитания уникальных видов растений. Не следует забывать о возможном потенциале региона для развития сельского хозяйства и экотуризма. Надо всем работать вместе, чтобы поддерживать хрупкий баланс между коммерческой выгодой и сохранением растительного разнообразия региона Капской Флоры.

Информация об авторе

Чарльз П. Лаубшер, д-р., проф.
Технологический университет Пенинсулы, ЮАР
Email: laubscherc@cput.ac.za
www.cput.ac.za

Information about the author

Charles P. Laubscher, Dr., Prof.
Cape Peninsula University of Technology
Email: laubscherc@cput.ac.za
www.cput.ac.za

Пол Смит

д-р

Международный Совет ботанических садов
по охране растений (BGCI),
Ричмонд, Великобритания
E-mail: bul_mbs@mail.ru

**Построение глобальной системы
для сохранения биоразнообразия
растений *ex situ*: роль Международного
Совета ботанических садов
по охране растений (BGCI)**

Основа для глобальной системы сохранения биоразнообразия является ботанический сад. В целом система направлена на сбор, сохранение, описание и выращивание образцов всех видов растений в мире в качестве страховки от их исчезновения в дикой природе, а также источника растительного материала для адаптации, устойчивости и инновационного развития человечества.

Ключевые слова: глобальная система сохранения разнообразия, ботанические сады.

Paul Smith

Dr.

Botanic Gardens Conservation International,
Great Britain, Richmond
E-mail: bul_mbs@mail.ru

**Building a Global System for the *ex situ*
Conservation of All Plant Diversity:
the role of Botanic Gardens
Conservation International (BGCI)**

A botanic garden-centred Global System for the *ex situ* conservation and management of all plant diversity would aim to collect, conserve, characterise and cultivate samples from all of the world's plant species as an insurance policy against their extinction in the wild and as a source of plant material for human innovation, adaptation and resilience.

Keywords: global system for *ex situ* conservation plant diversity, botanic gardens

A botanic garden-centred Global System for the *ex situ* conservation and management of all plant diversity would aim to collect, conserve, characterise and cultivate samples from all of the world's plant species as an insurance policy against their extinction in the wild and as a source of plant material for human innovation, adaptation and resilience. This aim is based on the following assumptions:

There is no technical reason why any plant species should become extinct given the array of plant conservation and management techniques available to the botanic garden community (seed banking, cultivation, micro-propagation etc.).

As a professional community, botanic gardens possess a unique set of skills that encompasses finding, identifying, collecting, conserving and growing plant diversity across the entire taxonomic spectrum.

Following the example of the *ex situ* crop conservation community, such a Global System could comprise: a policy framework (the Convention on Biological Diversity); a global action plan (the Global Strategy for Plant Conservation); an action plan review process (the Global Partnership for Plant Conservation); a collections infrastructure comprising an international network of botanic gardens and their *ex situ* living collections (including the BGCI network); a global portal of accession-level data (Plant Search); and an array of data sources providing access to phenotypic and genotypic data enabling conservation and use of the collections for human development and well-being. To build this System, BGCI will work with its members to:

Assess, monitor and review the contribution that botanic gardens make to *ex situ* plant conservation and use.

Promote the role and importance of botanic gardens to policy makers and funders.

Build capacity *within* the BG community to conserve plant diversity, prioritising rare, threatened and useful plant species.

Build capacity to value, conserve and manage plant diversity in wider society.

Центральной частью создаваемой Глобальной системы для сохранения и управления биоразнообразием растений *ex situ* является ботанический сад. Система направлена на сбор, сохранение, описание и выращивание образцов всех видов растений в мире в качестве страховки от их исчезновения в дикой природе, а также источника растительного материала для адаптации, устойчивости и инновационного развития человечества. Такая цель основывается на следующих допущениях:

1. Не существует технологических причин, для того чтобы те или иные виды растений исчезали, так как сообщество ботанических садов располагает сегодня достаточным количеством методов по сохранению и управлению растениями (сохранение в банках семян, выращивание и размножение, включая культуру тканей и т.д.).

2. Как профессиональное сообщество ботанические сады обладают уникальным набором методик, который охватывает обнаружение, идентификацию, сбор, сохранение и выращивание растений по всему таксономическому спектру.

Следуя примеру сообщества по сохранению культурных растений *ex situ*, Глобальная система может включать: стратегические и политические документы (Конвенция о биологическом разнообразии); глобальный план действий (Глобальная стратегия сохранения растений); механизмы оценки выполнения плана действий (Глобальное партнерство по сохранению растений); инфраструктуру коллекций, объединяющую международную сеть ботанических садов и их живые коллекции *ex situ* (в том числе сеть

Giving examples of how BGCI is already providing support of this kind to its members, the speaker will set out ways in which the botanic gardens community might agree on a common vision for such a Global System, and how BGCI's support might be scaled up accordingly.

BGCI); глобальный портал данных о расположении конкретных образцов растений (система BGCI «Plant Search»), а также массив источников данных, обеспечивающих доступ к информации по фенотипическим и генотипическим характеристикам, который способствует сохранению и использованию коллекций для развития и благосостояния человека.

Для построения такой системы Международный совет ботанических садов по охране растений (BGCI) сотрудничает со своими членами по следующим направлениям:

1. Оценка, мониторинг и анализ вклада ботанических садов в сохранение и использование растений *ex situ*.

2. Повышение понимания роли и значимости ботанических садов среди чиновников, принимающих решения, и спонсоров.

3. Создание ресурсного потенциала среди сообщества ботанических садов для сохранения разнообразия растений с приоритетом для редких, исчезающих и полезных видов растений.

4. Создание ресурсного потенциала для понимания значимости, сохранения и рационального использования разнообразия растений в широких слоях общества.

В презентации приведены примеры такого сотрудничества BGCI со своими членами. Будут продемонстрированы способы как сообщество ботанических садов может договориться об общем видении данной Глобальной системы, и, соответственно, каким образом могут быть увеличены масштабы поддержки BGCI.

Информация об авторе

Пол Смит, д-р
Международный Совет ботанических садов по охране растений (BGCI),
Ричмонд, Великобритания
E-mail: bul_mbs@mail.ru

Information about the author

Paul Smith, Dr.
Botanic Gardens Conservation International
Great Britain, Richmond
E-mail: bul_mbs@mail.ru

Ю.К. Виноградова

д-р биол. наук, гл. н. с.

E-mail: gbsad@mail.ru

Федеральное Государственное
бюджетное учреждение науки

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

Проблематика инвазионной биологии в исследованиях Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук

Охарактеризованы проблемы, которые изучает новая научная дисциплина – инвазионная биология. Приведены полученные сотрудниками ГБС РАН результаты по инвентаризации чужеродных видов растений, определению амплитуды изменчивости их биологических и морфологических признаков, изучению длительности лаг-фазы. Сделан анализ инвазионного статуса близкородственных заносных видов и оценка их конкурентоспособности, а также эволюции системы консортивных связей инвазионных видов с возбудителями болезней и вредителями. Представлены данные по выявлению наиболее инвазибельных сообществ и разработке мер борьбы с чужеродными видами, а также выявлению ресурсного потенциала инвазионных видов. Сформулированы задачи и изложены методы проведения научных изысканий, проанализирована роль различных векторов в распространении инвазионных видов растений. Более подробно рассмотрена роль ботанических садов в трансформировании генофонда инициальных популяций.

Ключевые слова: инвазионная биология, чужеродные растения, ботанические сады.

Yu.K. Vinogradova

Dr.Sci.Biol., Main Researcher

E-mail: gbsad@mail.ru

Federal State Budgetary Institution of Science
Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin,
Russian Academy of Sciences, Moscow

Issues of Invasive Biology in the Studies of the Moscow Main Botanical Garden

Problems which are under studying by the new scientific discipline – invasive biology are described. Results obtained at the Main Botanical Garden RAS on inventory of alien plants, variability of its biological and morphological characters, duration of the lag phase are shown. Comparative analysis of invasive status of clesely related alien species and the estimation of alien species competitiveness, as well as the evolution of the system of consorts connection between invasive species and pathogens/ pests are done. The data on identification of communities with the greatest invasive ability and the development of measures to combat alien species, as well as the identification of resource potential invasive species are presented. Targets are formulated, methods of scientific research are presented. The role of different pathways of invasive plant species is analyzed. The value of botanic gardens in the transformation of the gene pool in initial populations is examined in more detail.

Keywords: invasive biology, alien plants, botanical gardens.

The basis of invasive biology as a scientific discipline was established by Charles Elton in 1959 in his book «The Ecology of Invasions by Animals and Plants». The study of biological characteristics of alien species in the Department of Flora of Moscow Main Botanical Garden (MBG) has begun in 1976. The term «invasion» was not applied at that time and the model species were described as follows: «... the objects of a study were 4 species with different life forms and different reproduction biology, which were in various time periods and in various pathways introduced into our country: *Acer negundo*, *Echinocystis lobata* and *Conyza canadensis*. The only common feature to them is that they all undergo intensive naturalization and expansion of the secondary distribution range».

Variability of biological attributes has been studied for a long time in the Department of Flora using the method of intentionally-introduced populations (growing plants in a

homogeneous soil and climatic conditions from seeds of different geographical origin). *Acer negundo*, *Conyza canadensis*, *Echinocystis lobata*, *Impatiens glandulifera* have shown reliable microevolution changes, i.e. changes in gene pools, which led to the alteration of adaptive properties of the population: shorter period of growth and a more rapid passage through the full cycle of development from south to north. *Acer negundo* has also shown an increasing duration of seed dormancy and frost-resistance from south to north, and *Conyza canadensis* – the ability to grow both in spring and winter form.

The **lag-phase** was studied, which is the time period between the first appearance of alien species in the region and the beginning of its rapid dispersal. According to our data, correlation of the lag-phase with the life form of a plant and the length of its life cycle is weak. Thus, within the group of annuals such as *Epilobium adenocaulon* and *Bidens frondosa* the lag-phase

lasted for 50 years, *Impatiens glandulifera* – 70, *I. parviflora* – 120, *Amaranthus albus* – 250 years. Lag-phase also weakly depends on the activity of seed reproduction, since many invasive species reproduce vegetatively (*Eloдея canadensis*).

Lag-phase describes complex of genomes in the new habitat, rather than species. So, *Acer negundo* var. *californicum* introduced in 1688 from the southern part of its natural distribution range has frosted up and never spontaneously began to settle in Europe. *A. negundo* var. *pseudocalifornicum* was imported in 1809 from the northern part of its distribution range and it was more adapted to the new conditions; its lag-phase lasted for 100 years. Naturalization of the *Bidens frondosa* proceeded in a similar way. *B. frondosa* var. *puberula* came to Europe in 1762, but began to settle only in the 2000s; its lag-phase lasted for 250 years. *B. frondosa* var. *frondosa* appeared in Europe later in 1896, and its lag-phase lasted only 40 years.

The data on accumulation of **morphological variability** were also obtained. *Bidens frondosa* exhibited morphotypes that were not specific to plants in the primary habitat – with the ray floret, pubescent stems and leaves, unusually long or, on the contrary, unusually short bracts of involucre, with 5-divided leaves. Sowing of seeds that were collected from plants with the ray florets revealed that this attribute is the inherited one.

We believe that an accumulation of genetic variability occurs during the lag-phase in initial genetically depleted population. Among the factors that reduce the duration of lag-phase are the following ones: 1) preadaptation of genotype; 2) mass cultivation; 3) introduction of not one but many genotypes, i.e. the original variability of the initial population; 4) introduction not from the natural but secondary distribution range; 5) abnormal weather conditions; 6) possibility of single-case cross-pollination for autopolled and apomicts; 7) ability to hybridization.

Inventory of invasive species. The original protocol for creating Black Books and Back Lists was developed. Its details are set out in the «Black Book of the Central Russia Flora» and the «Black Book of the Tver Region Flora». This technique involves the transfer of 100 most dangerous invasive species, capable of active recovery, dispersal and establishment in natural habitats. Similarly to the «Red Book» these species are divided into 4 groups with different invasive status. Method of determining the total activity of the invasive fraction of flora in different regions was also developed. Currently we supervise the publication of «The Black Book» of Voronezh region, Udmurtia, Siberia and Belarus. Lists of different levels are prepared according to our method: I) general list for Russia; II) list for major economic regions in Russia; III) regional lists and IV) local lists (e.g. for protected areas). We summarize the data from all regions of the country and prepare a list of the 100 most aggressive invasive species in Russia. Due to the vast territory the list is not unified and consists of three blocks: European Russia, Siberia and Far East.

Identifying biomorphological features of invasive species. Information on biology of a widespread culture of chokeberry is summarized by us in the monograph «Aronia mitschurini». The analysis of taxonomic constructs in *Aronia*, *Sorbaronia* and *Photinia* genera has been conducted. The

assessment of existing varieties status was made according to the results of experimental studies on pollination biology. Particular attention was drawn to the rate of species naturalization in the European part of Russia and the danger of its uncontrolled dispersal in natural communities.

The comparison of biological attributes of *Coryza bonariensis* and *C. canadensis* in the Eastern Mediterranean region and in experimental sowings was conducted. *C. bonariensis* has a number of competitive advantages: it generates 2 times more seeds, it is tolerant to poor and dry soils, blossoms and bears fruit several times during the growing season, is densely pubescent – adaptation to drought and intense light. On the other hand, seeds of *C. canadensis* have higher germination rate and seed vigor, and the plants are more resistant to low temperatures and adapted to the long day light, which made the expansion of this species range to the north possible. However, there is also a possibility for *C. bonariensis* distribution range to expand to the north; considering its further adaptation and climate warming.

Estimation of alien species competitiveness was held together with MBG soil scientists in the cultivation experiment with invasive *Bidens frondosa* and native *B. tripartita* in different soils with various moisture content. During the experiment *B. frondosa* had a competitive advantage in terms of growth and biomass (2–3 times higher) and also in seed production (3–5 times higher). So, Charles Elton's hypothesis that «exotics utilize resources unused by the locals» is valid only at the initial stage of introduction of alien species into new territories. In case of actual invasion, alien species replace the native ones, i.e. compete with them for available resources. Therefore, hypothesis must have directly opposite wording: «alien invasive species are more competitive than native ones».

Comparative analysis of invasive status of closely related alien species was held for the Leguminosae family. Over the past 20 years, the alien fraction of Central Russian flora was replenished by 30 new legumes – «escapes» from cultivation. The most aggressive invasive species are related to this group: *Lupinus polyphyllus*, *Galega orientalis*, *Robinia pseudoacacia*, *Amorpha fruticosa* and *Caragana arborescens*. Attempt to identify any single attribute that defines the activity of these invasive species was not successful.

So, *Lupinus polyphyllus* has a competitive advantage over *L. angustifolius* in a higher number of pods (beans) and number of seeds per plant, a larger area of a complex leaf, a greater number of flowers in inflorescence and specificity of androecium development, which allows flower to have two periods of pollen release. *L. polyphyllus* is able to reproduce vegetatively, whereas *L. angustifolius* is an annual plant. However, by a number of other attributes *L. polyphyllus* gives a ground to *L. angustifolius*: has smaller pods and seeds, lower germination of non-scarified seeds, smaller pollen grains, less lateral shoots and leaves on shoots, which leads eventually to a smaller assimilative area.

Galega orientalis has a competitive advantage over *G. officinalis* in a higher number of flowers and fruits in raceme, higher pollen fertility, high capacity for vegetative reproduction and higher density of populations. But the main advantage

is that the area of cultigenic range of *G. orientalis* is far superior to the one of *G. officinalis*. On the other hand, the number of shoots per plant and also germination of non-scarified seeds of *G. orientalis* is less than for *G. officinalis*.

Robinia pseudoacacia has a competitive advantage over *R. × ambigua* in the number of seeds per pod, number of flowers (and fruits) in the inflorescence, slightly larger pollen grains and 2.5 times higher pollen fertility. On the other hand, *R. × ambigua* blossoms and bears fruit several times during the growing season, whereas *R. pseudoacacia* re-blooms not every autumn, and at the same time the fruits ovaries are not established.

Amorpha fruticosa has a competitive advantage over *A. paniculata* and *A. californica* in an earlier passage of phenological stages of development, higher seed production, more rapid germination, higher growth rates of seedlings, and most importantly, the cultigenic area.

Caragana arborescens has a competitive advantage over *C. arborescens* f. *lorbergii* and *C. laeta* in larger pollen grains, higher number of flowers per inflorescence and a much higher ability of seeds to establish; and most importantly, a longer tradition of cultivation and the greater area of the secondary distribution range.

The data supporting the hypothesis of evolution of increased competitive ability (EICA) were obtained when comparing *Galega orientalis* plants from natural and secondary distribution ranges. Invasive phenotype was more «powerful» than the natural one – total biomass of plants, inflorescence length, number of flowers, fruit and seed production – all these parameters are increasing.

Thus, for all pairs being compared the invasive species are far superior to cultivated non-invasive species in the number of flowers and fruits in raceme, higher density of population, and most importantly – in the cultigenic area. Therefore, we believe that the propagule pressure hypothesis is more acceptable to explain the success of introduction of the most aggressive species from Leguminosae family into natural plant communities.

Micromorphological attributes of invasive species and assessment of their significance for taxonomy. In many cases only one genotype of alien species has invasive activity, for example, *Bidens frondosa* var. *frondosa*. Besides that, microevolution in the secondary distribution range often leads to the formation of new species (*Aronia mitschurinii*, *Epilobium pseudorubescens*) or hybrids with the native ones (*Solidago × niededereri*). Hybridogeneous species is often more aggressive than its parents, for example, mass dispersing species as *Amelanchier × spicata*, *Symphytotrichum × salignum*, *Reynoutria × bohémica*.

Identification of invasive species is extremely difficult, so it is very important to study the variability of their morphological attributes in the secondary distribution range and compare it with those of plants from the natural one. In this regard, the Flora Department with support from Dendrology Department of MBG have studied the polymorphism of species from the *Amorpha* genus (*A. fruticosa*, *A. paniculata* and *A. californica*). Two variants for pubescence of the calyx, three variants

for pubescence of the rachis, three variants of calyx lobes size (with 5 lobes of the same size; single long narrow lobe and 4 short; 2 long narrow lobes and 3 short) were proposed. However, such a high variability of morphological attributes does not give the basis to consider them as diagnostic.

Micromorphology of achenes trichomes of 8 taxa from *Solidago* genus, 5 from *Conyza* genus and 4 – *Bidens* genus was studied in Plant Biochemistry and Physiology Laboratory using scanning electron microscopy (SEM). It was found that achenes from representatives of *Sonyza* and *Solidago* genera were coated by duplex trichomes. However, within the *Bidens* genus this feature varies: in indigenous *B. tripartita* and *B. cernua* the achenes are pubescent by simple single row multicellular trichomes, in invasive *B. frondosa* – by duplex trichomes, while invasive *B. connata* – by trichomes of both types. For *Bidens* and *Solidago* genera the keys to determine the species according to the pubescence of their achenes and structure of trichomes were developed.

Evolution of the system of consorts connection of invasive species with pests and diseases is being studied in Plant Protection Department in MBG. Pests and pathogens were monitored for *Ribes aureum*. The pests and diseases symptoms in this species were not observed either in MBG, or in urban plantings of Moscow until the year 2000. In 2010, the situation has changed: *R. aureum* became as much affected by pests and diseases, as closely related aboriginal species. 8 insect pests and 6 pathogens and viral diseases were revealed. This suggests that adaptation of pathogens to alien plants occurs during naturalization. Thus, Charles Elton's hypothesis that «exotics are released from natural enemies that control their population growth» is valid only at the initial stage of naturalization. Further co-evolution of «alien species – native pathogen» complex is observed.

The department staff headed by Lidia Seraya also study biology of invasive insects – pests that damage woody plants in MBG. Ash species were ranked according to their sustainability to *Agrillus planipennis* and fir species – to *Polygraphus proximus*.

Identification of communities with the greatest invasive ability was conducted at the Department of Flora (MBG). Charles Elton's hypothesis that «species-rich communities are more resistant to invasion than species-poor communities» has been experimentally verified. An artificial introduction of *Bidens frondosa* into natural communities with the varying number of species and with different dominants has been carried out. It was revealed that invasive ability of plant communities is determined not so much by their biodiversity but how well are they structured. Community resists the invasion of alien species if it is composed of 2–3 dominants and 6–10 accompanying species.

Communities in MBG with the most invasive ability are species-rich groups along the banks of Likhoborka River. Our attempt to hold back the dispersal of *Impatiens glandulifera* was not successful. On the contrary, the number of individual plants depending on the ecotope was 200–350 per sq. m on the control site, while at the sites where the plants were removed the density of a stand increased steadily and after 3 years

reached 700 individuals per sq. m. More than that, another invasive species like *Heracleum sosnowskyi* came instead of the native ones.

More promising results were obtained in restraining the growth of *Solidago gigantea*. Two years after mechanical removal the number of its shoots decreased in 1.2–2.5 times and the number of native species at the experimental plots increased.

The greatest success was with the Far Eastern *Adenocaulon adhaerescens*. This species went beyond the limits of the display plot about 15 years ago. The density of a stand was 83–211 individuals per sq. m and the projective cover was 100 %. In 2009, all the plants growing at experimental plots along the border of protected oak forest in MBG were eliminated; the same was done for the thickets along paved roads – total of 24,692 individual plants (about ¾ of growing in the garden) were eliminated. In 2010, the number of plants on plots being under control has decreased tenfold (473 vs. 4247) and native species like *Galeobdolon luteum*, *Impatiens noli-tangere*, *Aegopodium podagrarium* and others appeared.

However, large-scale elimination can be applied only to the species actually «leaving» the garden and crossing its boundary. As for the plants, which go beyond the display plots as individuals or unstable populations the annual monitoring of their dispersal as well as removal from the new sites that are not of collections are sufficient.

Development of measures to combat invasive species are carried in Cheboksary branch of MBG. Dr. Dimitriev has developed «Recommendations to reduce risks for plants health when organizing and conducting winter feeding of passerines with sunflower seeds in the middle of the European part of Russia». In Chuvashia, the winter feeding of birds is very popular among people. To do this, the markets sell standard sunflower seeds with an admixture of weed seeds. There was a new pathway of invasive plants dispersal established – with the bird's food. The «Prisursky» Nature Reserve recorded the emergence of several species *Ambrosia trifida* and *A. artemisiifolia*, which were not allowed to settle yet.

Identification of the resource capacity of invasive species – a new research area in MBG. When harvesting invasive species on the one hand, to some extent, significant stocks of economically valuable raw materials are sold, and on the other – the negative impact of alien plants on biodiversity of the region is reduced. On the basis of N.I. Vavilov homologous series law, we hypothesized that some invasive species contain active ingredients similar to those in closely related native medicinal plants. Comparative phytochemical analysis of the alien/native species was carried out in Plant Physiology and Biochemistry Laboratory (MBG). The content of flavonoid complex and silicon in *Solidago canadensis* / *S. virgaurea*, *Chamomilla suaveolens* / *Ch. recutita*, *Bidens frondosa* / *B. tripartita* and a number of invasive species: *Conyza canadensis*, *Robinia pseudoacacia*, *Lupinus polyphyllus*, *Galega orientalis*, *Aronia mitschurinii* was studied.

Experience in the use of invasive species is summarized in the monograph «The resource capacity of invasive plant species». Chapter 2 contains data on the species that authors

recommend to collect in the wild invasive populations and use for other purposes (but not to cultivate in the garden plots!). Chapter 3 is devoted to the species, which are used as a resource at the moment, but authors strongly recommend their use should be reduced as much as possible, since their cultivation without complying with the full range of agricultural techniques will bring more harm than good, as was the case with *Heracleum sosnowskyi*.

Identification of the pathways of invasive species dispersal. The «accidental introduction» pathway has been studied together with Belarusian colleagues in *Oxycoccus macrocarpos* plantations. The set of alien species was identified, which diaspora was unintentionally introduced from U.S. with the planting material. Dynamics of invasive species population was estimated and results of prevention measures were monitored. Three species among 22 new ones (for the flora of Belarus) have reduced the size of population after three years when systematic measures on elimination of alien species has been carried out, 7 – maintained low size of population, 9 – retained consistently large size, and 3 – increased its size and moved into natural plant communities.

Even 20 years ago the main alien species pathways were transportation routes. Flora of the Moscow region railways were studied in details at that time by the staff of MBG Herbarium, Dr. Ignatov and Dr. Bochkin.

Now priority belongs to a different pathway – «escape» from cultivation. In 2009, the Council of Botanic Gardens of CIS established a Commission on invasive species, which has developed a «Code of conduct for Russian botanic gardens on invasive alien species». This document was adopted by participants of the Yaroslavl Conference on Biodiversity (2011) and approved at the First Organizational Congress of the Council of Botanic Gardens of CIS under International Association of Academies of Sciences (Moscow, 2013).

The alien fraction of MBG flora was examined in details. Excluding material from collections, the floral list of the garden comprises 856 species: 513 – aboriginal, 293 – «escapes» from cultivation, 50 – alien weeds. If compared with the flora list composed when the garden was established 70 years ago, the number of non-native species has increased 15-fold! The complex analysis of the alien fraction of flora was carried out. On the basis of the concept of overcoming the barriers by different alien species when establishing the secondary range, we have developed a scheme of naturalization stages of alien plants and their distribution among invasive status categories. Discrepancies with the «Tens rule» were found, which are explained by the use of a scientific approach to the introduction of plants and effective control of introduced plants dispersal at displays by curators of collections in MBG.

Evaluation of potential for invasion of naturalized plants demonstrates the small contribution of MBG collections in enriching alien fraction of the local flora. About fifty species did not «run away» from the garden, but, oppositely, were introduced into its territory as weeds (*Bidens frondosa*, *Erigeron annuus*, *Impatiens glandulifera*, etc.). Most species that escaped from the culture occur beyond collection limits as single individuals or form unstable population. It is only *Adenocaulon*

adhaerescens who «run away» from MBG collection. We believe that botanical gardens cannot be regarded as direct «suppliers» of invasive plants. They can only trigger a complex chain of processes that create highly adaptive species.

When primary introduction into the botanical gardens occurs there is a selection for high productivity, sustainability

Основу инвазионной биологии как научной дисциплины заложил Чарльз Элтон в вышедшей в 1959 г. монографии «Экология нашествий животных и растений». В отделе флоры ГБС РАН исследование биологических особенностей чужеродных видов начато в 1976 г. Термин «инвазия» тогда не применялся, и модельные виды были описаны так: «...Объектами исследования явились 4 вида, принадлежащие к различным жизненным формам, с различной биологией размножения, в разное время и разным путем занесенные в нашу страну: *Acer negundo*, *Echinocystis lobata* и *Conyza canadensis*. Общим для них было только то, что они претерпевают процесс активной натурализации и расширения ареала».

Долгое время в отделе флоры изучали изменчивость биологических признаков методом создания интродукционных популяций (выращивание растений в однородных почвенно-климатических условиях из семян различного географического происхождения). У *Acer negundo*, *Conyza canadensis*, *Echinocystis lobata*, *Impatiens glandulifera* зафиксированы достоверные микроэволюционные сдвиги, то есть изменения генофондов, которые привели к изменению адаптивных свойств популяций: менее длительному периоду роста и более быстрому прохождению полного цикла развития с юга на север. У *Acer negundo* с юга на север увеличивается также продолжительность периода покоя семян и морозостойкость, а у *Conyza canadensis* – способность расти как в яровой, так и в озимой форме.

Изучена lag-фаза – время между первым появлением чужеродного вида в регионе и началом его стремительного расселения. По нашим данным, lag-фаза слабо коррелирует с жизненной формой растения и продолжительностью жизненного цикла. Так, в пределах группы однолетников у *Epilobium adenocaulon* и *Bidens frondosa* lag-фаза длилась 50 лет, у *Impatiens glandulifera* – 70, у *I. parviflora* – 120, у *Amaranthus albus* – 250 лет. Lag-фаза слабо зависит и от активности семенного размножения, поскольку многие инвазионные виды размножаются вегетативно (*Elodea canadensis*).

Lag-фаза характеризует скорее не вид, а комплекс геномов, попавших в условия новой родины. Так, *Acer negundo* var. *californicum*, интродуцированный в 1688 г. из южной части естественного ареала, в Европе обмерзал и так и не начал спонтанно расселяться. Завезенный в 1809 г. из северной части ареала *A. negundo* var. *pseudocalifornicum* был более адаптирован к новым условиям, и его lag-фаза длилась 100 лет. Аналогично протекала натурализация *Bidens frondosa*. Попавшая в Европу в 1762 г. *B. frondosa* var. *puberula* начала расселяться только с 2000-х, ее lag-фаза длилась 250 лет. *B. frondosa* var. *frondosa* появилась в Европе позднее, в 1896 году, и ее lag-фаза длилась всего 40 лет.

and easiness of reproduction, that are the attributes typical for many successful invasive species. However, the small number of individual plants does not allow to accumulate high genetic variability. Only further intensive cultivation of new agricultural, forest and ornamental plants leads to accumulation of genetic variability and selection of adaptive invasive genotypes.

Получены данные и по накоплению морфологической изменчивости. Так, у *Bidens frondosa* появились морфотипы, не свойственные растениям в первичном ареале – с краевыми язычковыми цветками, с опушенными стеблями и листьями, с нетипично длинными или, наоборот, нетипично короткими листочками наружного круга обертки, с 5-ти раздельными листьями. Посев семян, собранных с растений с язычковыми цветками, показал, что этот признак наследуется.

Мы считаем, что в период lag-фазы в инициальной генетически обедненной популяции происходит накопление генетической изменчивости. К факторам, сокращающим длительность lag-фазы, мы относим: 1) преадаптацию генотипа; 2) массовое культивирование; 3) занос не одного, а многих генотипов, т.е. изначальная вариабельность инициальной популяции; 4) занос не из естественного, а из вторичного ареала; 5) аномальные погодные условия; 6) для самоопылителей и апомиктов возможность единичных случаев перекрестного опыления; 7) способность к гибридизации.

Инвентаризация инвазионных видов. Разработана оригинальная методика создания Черных книг и «black-листов», изложенная в «Черной книге флоры Средней России» и «Черной книге флоры Тверской области». Методика предполагает перечисление 100 наиболее опасных заносных видов, способных к активному возобновлению, расселению и внедрению в естественные местообитания. Аналогично «Красной Книге», они распределены на 4 группы разного инвазионного статуса. Разработана и методика определения суммарной активности инвазионной фракции флоры в различных регионах. В настоящее время мы курируем публикацию «Черных книг» Воронежской области, Удмуртии, Сибири и Беларуси. По разработанной нами методике подготавливаются списки разного уровня: I) общий список для России; II) крупных хозяйственно-экономических регионов и субъектов федерации; III) региональные списки и IV) локальные списки (например, ООПТ). Мы обобщаем данные из всех регионов страны и готовим перечень 100 наиболее агрессивных инвазионных видов России. В связи с обширностью территории список не един, а состоит из трех блоков: Европейская часть России, Сибирь и Дальний Восток.

Выявление биоморфологических особенностей инвазионных видов. Сведения по биологии широко распространенной в культуре аронии («черноплодной рябины») обобщены нами в монографии «Арония Мичурина». Проведен анализ таксономических построений в родах *Aronia*, *Sorbaronia* и *Photinia*. По результатам экспериментального исследования биологии опыления сделана

оценка статуса имсющихся сортов. Особое внимание обращено на темпы натурализации вида в европейской части России и опасность его неконтрольного расселения в естественных биоценозах.

Проведено сравнение биологических признаков *Conyza bonariensis* и *C. canadensis* в восточном Средиземноморье и в экспериментальных посевах. *C. bonariensis* имеет ряд конкурентных преимуществ: образует в 2 раза больше семян, толерантен к сухим бедным почвам, цветет и плодоносит несколько раз за вегетационный сезон, имеет густое опушение – приспособление к засухе и интенсивной освещенности. С другой стороны, семена *C. canadensis* имеют более высокую всхожесть, скорость и энергию прорастания, а растения лучше переносят низкие температуры и приспособлены к длинному световому дню, что сделало возможным расширение ареала этого вида к северу. Однако не исключена возможность продвижения на север и *C. bonariensis*, имея в виду его дальнейшую адаптацию и потепление климата.

Оценка конкурентоспособности чужеродных видов проведена нами совместно с почвоведом ГБС РАН при экспериментальном выращивании инвазионной *Bidens frondosa* и аборигенной *B. tripartita* на различных почвах и при различном уровне увлажненности. Во всех вариантах опыта *B. frondosa* имела конкурентное преимущество по приросту и по биомассе (в 2–3 раза) и по семенной продуктивности (в 3–5 раз). Так что гипотеза Ч.Элтона «Чужеродные виды используют ресурсы, неиспользуемые аборигенными видами» верна лишь на начальном этапе заноса чужеродных видов на новые территории. В случае действительной инвазии чужеродные виды именно вытесняют аборигенные, то есть конкурируют с ними за имеющиеся ресурсы. Поэтому гипотеза должна иметь прямо противоположную формулировку: «Чужеродные инвазионные виды более конкурентоспособны, чем аборигенные».

Сравнительный анализ инвазионного статуса близкородственных заносных видов проведен на примере семейства Бобовые. За последние 20 лет чужеродная фракция флоры Средней России пополнилась 30 новыми бобовыми – «беженцами» из культуры, и именно к этой группе относятся наиболее агрессивные инвазионные виды: *Lupinus polyphyllus*, *Galega orientalis*, *Robinia pseudoacacia*, *Amorpha fruticosa* и *Caragana arborescens*. Попытка выявить какой-либо один признак, определяющий инвазионную активность этих видов, к успеху не привела.

Так, *Lupinus polyphyllus* имеет конкурентное превосходство над *L. angustifolius* по более высокому числу бобов и числу семян на растении, большей площади сложного листа, большему числу цветков в соцветии и специфике развития андрцея, которая позволяет цветку иметь два периода пыления. *L. polyphyllus* способен размножаться вегетативно, тогда как *L. angustifolius* является однолетником. Однако по ряду других признаков *L. polyphyllus* уступает *L. angustifolius*: имеет более мелкие бобы и семена, более низкую всхожесть некарифицированных семян, более мелкие пыльцевые зёрна, а также меньшее число боковых побегов и меньшее число листьев на побегах,

что приводит в итоге к меньшей площади ассимилирующей поверхности.

Galega orientalis имеет конкурентное превосходство над *G. officinalis* по более высокому числу цветков и плодов в кисти, более высокой фертильности пыльцы, высокой способности к вегетативному размножению и более высокой плотности популяций. Но главное – площадь культивируемого ареала *G. orientalis* намного превосходит *G. officinalis*. С другой стороны, по числу боковых побегов на растении и по всхожести некарифицированных семян *G. orientalis* уступает *G. officinalis*.

Robinia pseudoacacia имеет конкурентное преимущество перед *R. × ambigua* по числу семян в бобе, числу цветков (и плодов) в соцветии, чуть более крупным пыльцевым зёрнам и в 2,5 раза более высокой фертильности пыльцы. С другой стороны, *R. × ambigua* цветет и плодоносит несколько раз за вегетационный сезон, тогда как у *R. pseudoacacia* повторное цветение наблюдается не каждую осень, а плоды при этом вовсе не завязываются.

Amorpha fruticosa имеет конкурентное преимущество перед *A. paniculata* и *A. californica* по более раннему прохождению фенологических фаз развития, более высокой семенной продуктивности, более быстрому прорастанию семян и их более высокой всхожести, более высоким темпам роста сеянцев, а главное, по площади культивируемого ареала.

Caragana arborescens имеет конкурентное преимущество над *C. arborescens* f. *lorbergii* и *C. laeta* по более крупным пыльцевым зёрнам, большему числу цветков в соцветии и гораздо более высокой степени завязываемости семян, а главное, давней традиции культивирования и большей площади вторичного ареала.

При сравнении растений *Galega orientalis* из естественного и вторичного ареала получены данные, подтверждающие гипотезу эволюции увеличивающейся конкурентоспособности инвазионных видов (Evolution of Increased Competitive Ability – EICA). Инвазионный фенотип оказался более «мощным», чем природный – увеличивается общая биомасса растения, длина соцветия, число цветков, плодов и семенная продуктивность.

Таким образом, у всех сравниваемых пар инвазионные виды намного превосходят недичающие по числу цветков и плодов в кисти, более высокой плотности популяций, а главное – по площади культивируемого ареала. Поэтому мы считаем, что для объяснения успеха внедрения в естественные фитоценозы наиболее агрессивных видов семейства Бобовые более приемлема гипотеза «давления диаспор» (Propagule Pressure Hypothesis).

Изучение микроморфологических признаков инвазионных видов и оценка их значимости для целей систематики. Известно, что во многих случаях лишь один генотип заносного вида обладает инвазионной активностью, например, *Bidens frondosa* var. *frondosa*. Кроме того, микроэволюция во вторичном ареале нередко приводит к формированию новых видов (*Aronia mitschurinii*, *Epilobium pseudorubescens*) или гибридов с аборигенными (*Solidago × niedereideri*). Нередко гибридогенный вид оказывается более агрессивным, чем его родители, например, массово

расселяющиеся *Amelanchier* × *spicata*, *Symphotrichum* × *salignum*, *Reynoutria* × *bohemica*.

Определение заносных видов крайне затруднено, поэтому чрезвычайно важно изучение изменчивости их морфологических признаков во вторичном ареале и сравнение с таковыми у растений из естественного ареала. В связи с этим в отделе флоры при поддержке сотрудников отдела дендрологии ГБС РАН изучен полиморфизм видов рода *Amorpha* (*A. fruticosa*, *A. paniculata* и *A. californica*). Отмечены два варианта опушения чашечки, три варианта опушения оси соцветия, три варианта величины зубцов чашечки: а) с одинаковыми по размерам зубцами; б) один длинный узкий зубец и 4 коротких; в) 2 длинных узких зубца и 3 коротких. Сделан вывод, что столь высокая варибельность морфологических признаков не позволяет считать их диагностическими.

В лаборатории биохимии и физиологии растений ГБС РАН методом сканирующей электронной микроскопии изучена микроморфология трихом семян 8 таксонов рода *Solidago*, 5 – рода *Conyza* и 4 – рода *Bidens*. Установлено, что семянки всех представителей родов *Conyza* и *Solidago* покрыты дулексными трихомами. В пределах рода *Bidens* этот признак варьирует: у аборигенных *B. tripartita* и *B. cernua* семянки опушены простыми однорядными многоклеточными трихомами, у инвазионной *B. frondosa* – дулексными трихомами, а у инвазионной *B. connata* – трихомами обоих типов. Для родов *Bidens* и *Solidago* разработаны ключи для определения видов по характеру опушения семян и строению трихом.

Эволюцию системы консортивных связей инвазионных видов с возбудителями болезней и вредителями изучают сотрудники отдела защиты растений ГБС РАН. Осуществлен мониторинг вредителей и патогенных организмов у *Ribes aureum*. До 2000 г. ни в ГБС РАН, ни в городских насаждениях Москвы вредителей и симптомов болезней у этого вида не отмечали. В 2010 г. картина изменилась: *R. aureum* стала столь же сильно поражаться вредителями и болезнями, как и аборигенные близкородственные виды. Отмечены 8 насекомых-вредителей, 6 патогенных микроорганизмов и вирусные болезни. Это дает основание полагать, что в процессе натурализации происходит адаптация патогенов к чужеродным растениям. Таким образом, гипотеза Ч. Элтона «Успешность инвазии чужеродных видов объясняется отсутствием во вторичном ареале вредителей и патогенов» верна лишь на начальном этапе натурализации. В дальнейшем наблюдается коэволюция комплекса «чужеродный вид – аборигенный патоген».

Сотрудники отдела во главе с Л.Г. Серой изучают и биологию инвазионных насекомых – вредителей, повреждающих древесные растения в ГБС РАН. Проранжированы виды ясени по их устойчивости к *Agrillus planipennis* и виды пихт по устойчивости к *Polygraphus proximus*.

Выявление наиболее инвазительных сообществ проведено в отделе флоры ГБС РАН. Экспериментально проверена гипотеза Ч. Элтона «Многовидовые сообщества более стойки к вторжению чужеродных видов, чем маловидовые». Проведено искусственное внедрение *Bidens*

frondosa в естественные сообщества с варьирующим числом слагающих их видов и с различными доминантами. Выявлено, что инвазительность растительных сообществ определяется не столько их биоразнообразием, сколько структурированностью. Сообщество противостоит натиску чужеродных видов, если состоит из 2 – 3 выраженных доминантов и 6 – 10 сопутствующих видов.

Наиболее инвазительными в ГБС РАН сообществами являются как раз многовидовые группировки по берегу р. Лихоборка. Попытка сдержать здесь расселение *Impatiens glandulifera* успехом не увенчалась. Напротив, если на контрольной площадке число особей в зависимости от экотопа составляло 200–350 экз/м², то на площадках, где проводили удаление, плотность популяции неуклонно повышалась и через 3 года составила уже 700 экз/м², а вместо аборигенных появился другой инвазионный вид – *Heracleum sosnovskii*.

Более обнадеживающий результат получен при сдерживании разрастания *Solidago gigantea*. Через два года после механического удаления число ее побегов снизилось в 1,2–2,5 раза, а число аборигенных видов на экспериментальных площадках увеличилось.

Наибольший успех имела борьба с дальневосточным *Adenocaulon adhaerescens*. Этот вид вышел за пределы экспозиции около 15 лет назад. Плотность популяции составляла 83–211 шт./м², а проективное покрытие – 100%. В 2009 г. уничтожены все растения, произраставшие на пробных площадях по границе заповедной дубравы ГБС РАН, и наиболее крупные заросли вдоль асфальтированных дорог – всего 24692 экземпляра (около ¼ произрастающих в саду). В 2010 г. число растений на учетных площадках снизилось в десять раз (473 против 4247) и появились аборигенные виды *Galeobdolon luteum*, *Impatiens noli-tangere*, *Aegopodium podagrarium* и др.

Однако масштабное уничтожение можно применять только к видам, реально «уходящим» за границу сада. Для растений, вышедших за пределы экспозиций единично или неустойчивыми популяциями, достаточен ежегодный мониторинг их расселения и удаление с участков, не являющихся коллекционными.

Разработка мер борьбы с инвазионными видами ведется в Чебоксарском филиале ГБС РАН. Здесь А.Димитриевым разработаны «Рекомендации по снижению фитокарантинной опасности при организации и проведении зимней подкормки воробьиных птиц семенами подсолнечника в средней полосе Европейской части России». В Чувашии подкормка птиц зимой пользуется большой популярностью среди населения. Для этого на рынках продают некондиционные семена подсолнечника с примесью семян сорных трав. Возник новый вектор расселения инвазионных растений – с кормом для птиц. В заповеднике «Присурский» зафиксировали появление нескольких особей *Ambrosia trifida* и *A. artemisiifolia*, расселиться которым пока не позволили.

Выявление ресурсного потенциала инвазионных видов – новое перспективное направление работы ГБС РАН. При заготовке инвазионных видов, с одной стороны, в какой-то мере реализуются значительные запасы

хозяйственно-ценного сырья, а с другой – сокращается негативное влияние чужеродных растений на биоразнообразие региона. Опираясь на закон гомологических рядов Н.И. Вавилова, мы предположили, что в некоторых инвазионных видах содержатся действующие вещества, сходные с таковыми у близкородственных аборигенных лекарственных растений. Сравнительный фитохимический анализ чужеродных/аборигенных видов проводится в лаборатории физиологии и биохимии растений ГБС РАН. Изучено содержание флавоноидного комплекса и кремния для *Solidago canadensis* / *S. virgaurea*, *Chamomilla suaveolens* / *Ch. recutita*, *Bidens frondosa* / *B. tripartita* и для ряда инвазионных видов: *Conyza canadensis*, *Robinia pseudoacacia*, *Lupinus polyphyllus*, *Galega orientalis*, *Aronia mitschurinii*.

Опыт использования инвазионных видов обобщен в монографии «Ресурсный потенциал инвазионных видов растений». В главе 2 собраны данные по видам, которые авторы рекомендуют собирать в дикорастущих инвазионных популяциях и использовать по назначению (но не культивировать на садовых участках!). Глава 3 посвящена видам, которые используют как ресурсные в настоящее время, но применение которых, напротив, авторы настоятельно рекомендуют насколько возможно сократить, ибо их культивирование без соблюдения полного комплекса агромероприятий принесет гораздо больше вреда, чем пользы, как это случилось с борщевиком Сосновского.

Выявление векторов расселения инвазионных видов. Вектор «случайный занос» изучался совместно с белорусскими коллегам на плантациях *Oxycoccus macrocarpos*. Здесь обнаружен комплекс чужеродных растений, диаспоры которых были непреднамеренно занесены из США с посадочным материалом. Проведена оценка динамики численности заносных видов и мониторинг результатов борьбы с ними. Из 22 новых для флоры Беларуси чужеродных видов после трех лет планомерных работ по их искоренению 3 вида сократили численность популяций, 7 сохранили стабильно низкую численность, 9 сохранили стабильно высокую численность, а 3 – увеличили численность и вселились в естественные фитоценозы.

Еще 20 лет назад основным вектором проникновения чужеродных видов служили транспортные пути, и флора железных дорог Московской области детально изучена сотрудниками лаборатории Гербарий ГБС РАН М.С. Игнатовым и В.Д. Бочкиным.

Сейчас первенство принадлежит иному вектору – «бегство из культуры». В 2009 г. при Совете ботанических садов создана комиссия по инвазионным видам, которая

разработала «Кодекс управления поведением инвазионных чужеродных видов в ботанических садах России». Этот документ принят участниками конференции по сохранению биоразнообразия (Ярославль, 2011) и одобрен на Первом организационном съезде Совета ботанических садов стран СНГ при международной ассоциации Академии Наук (Москва, 2013).

Детально обследована чужеродная фракция флоры ГБС РАН. Исключая коллекционные посадки, флористический список сада насчитывает 856 видов: 513 – аборигенные, 293 – «беженцы» из культуры, 50 – чужеродные сорняки. По сравнению со списком флоры, составленным при закладке сада 70 лет назад, число неаборигенных видов возросло в 15 раз! Проведен комплексный анализ чужеродной фракции флоры. Опираясь на концепцию о преодолении чужеродными видами различных барьеров при формировании вторичного ареала, мы разработали схему этапов натурализации чужеродных растений и распределения их по инвазионному статусу. Отмечены расхождения с «правилом 10», объясняющиеся применением научного подхода к интродукции растений и действенностью контроля расселения интродуцированных на экспозициях растений со стороны кураторов коллекционных участков ГБС РАН.

Оценка инвазионного потенциала натурализующихся растений демонстрирует невысокую роль коллекций Главного ботанического РАН в обогащении чужеродной фракции местной флоры. Около полусотни видов не «сбежали» из сада, а, напротив, внедрились на его территорию как сорняки (*Bidens frondosa*, *Erigeron annuus*, *Impatiens glandulifera* и др.). Большинство ускользнувших из культуры видов встречаются вне коллекций единичными особями или же образуют неустойчивые популяции. Достоверно из ГБС РАН «сбежал» только *Adenocaulon adhaerescens*. Мы считаем, что ботанические сады нельзя расценивать как прямых «поставщиков» инвазионных растений. Их можно считать триггерами (от англ. *trigger* – пусковой механизм), которые лишь запускают сложную цепочку процессов выработки высокоадаптивных видов.

При первичной интродукции в ботанических садах идет отбор на высокую продуктивность, устойчивость и простоту размножения, то есть на признаки, свойственные многим успешным инвазионным видам. Однако малое число экземпляров не дает возможности накопиться высокой генетической изменчивости. Только дальнейшее широкое культивирование новых сельскохозяйственных, лесных и декоративных растений приводит к накоплению генетической изменчивости и отбору адаптивных инвазионных генотипов.

Информация об авторе

Виноградова Юлия Константиновна, д-р. биол. наук, гл. н. с.

Федеральное государственное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Москва

E-mail: gbsad@mail.ru

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

Information about the author

Vinogradova Yulia Konstantinovna, Dr. Sci. Biol., Main Researcher

Federal State Budgetary Institution for Science Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin RAS

E-mail: gbsad@mail.ru

127276, Russian Federation, Moscow, Botanicheskaya Str., 4

Интродукция и акклиматизация

С.Г. Сахарова
канд. с-х. наук., доцент
Л.А. Семенова
зав. лаб.
E-mail: semlial@mail.ru
Ю.С. Корнеенкова
аспирант
Е.И. Семенова
студент
Федеральное Государственное
образовательное учреждение
Санкт-Петербургский лесотехнический университет

**О сохранении видов
рода *Rhododendron* L.
Красного списка МСОП
в условиях интродукции
(на примере экспериментальной
коллекции ботанического
сада СПбГЛТУ)**

Рассмотрены вопросы сохранения видов рода *Rhododendron* L. в условиях интродукции. В задачи исследований входило: пополнение экспериментальной коллекции рододендронов в ботаническом саду СПбГЛТУ новыми ценными видами с позиции охраны генофонда и поддержания биоразнообразия видов, форм и культиваров (замена растений, выпадающих в результате действия различных факторов), изучение в природной обстановке их биоэкологических особенностей и адаптационных возможностей, оценка жизнеспособности и перспективности их интродукции в условиях СПб. Приведены данные о видах рододендронов, входящих в Красный список МСОП (Международного союза охраны и природы ресурсов) и произрастающих в настоящее время в ботаническом саду СПбГЛТУ. Указаны категории и критерии состояния видов. Обращено внимание на необходимость соблюдения агротехнических мероприятий, обеспечивающих удовлетворительную сохранность интродуцентов.

Ключевые слова: интродукция, рододендрон, Санкт-Петербург

S.G. Sakharova
Cand. Sci. Agr., Associate Professor
L.A. Semenova
Head of Laboratory
E-mail: semlial@mail.ru
Yu.S. Korneenkova
Postgraduate Student
E.I. Semenova
Student
Federal State Educational Institute
Saint-Petersburg University of Forestry.

**On the Preservation of Species
of the Genus *Rhododendron* L. IUCN
Red List Under the Conditions
of Introduction (for Example,
Experimental Collection
of the Botanical Garden SPbGLTU)**

The problems of preserving species of *Rhododendron* L. in the conditions of introduction. The objectives of the study included: the completion of an experimental collection of rhododendrons in the botanical garden SPbGLTU new valuable species from the perspective of the protection of genetic resources and the maintenance of biodiversity species, forms and cultivars (replacement of plants falling as a result of various factors), a study in the natural environment and the biological and ecological features of the adaptive capabilities, evaluation of the viability and prospects of their introduction into the environment of St. Petersburg. The data on the types of rhododendrons, included in the IUCN Red List (International Union for Conservation of Nature and resources), and is currently growing in the Botanical Garden SPbGLTU. Specify the categories and criteria of the status of species. Drawn attention to the need to comply with agro-technical measures to ensure satisfactory preservation of exotic species.

Keywords: introduction: introduction, *Rhododendron*, Saint-Petersburg

Род *Rhododendron* L. – один из богатейших по видовому составу в семействе вересковых. Эти растения являются чрезвычайно ценными и перспективными объектами для озеленения. Помимо эстетической ценности, многие виды обладают целебными свойствами и

могут быть источником для получения лекарственных препаратов для официальной и народной медицины.

Необходимо отметить, что рододендроны чрезвычайно уязвимы и очень плохо приспосабливаются за пределами природного ареала, особенно в условиях с

нестабильными климатическими условиями (например, на Северо-Западе России) [1]. Их интродукция в этих условиях, осуществляемая в ходе многолетних проб и ошибок, заслуживает самого пристального внимания. При этом стоит упомянуть трудности с обменом семенами с зарубежными странами по каталогам в настоящее время.

При достаточно узкой экологической приуроченности и прихотливости, интродуцированные виды рододендронов входят в противоречие с разнообразием и нестабильностью климатических ситуаций района их интродукции. За последние 30 лет возросло число погодных и климатических аномалий: непривычно высокие для нашего региона положительные температуры в сочетании с низкой относительной влажностью воздуха и как следствие – дефицит влаги в почве. А поскольку рододендроны в большинстве своем растения влажных местообитаний, характеризующихся большим количеством осадков и постоянно высокой относительной влажностью воздуха, то подобная ситуация для них может рассматриваться как критическая.

Необходимо отметить, что специалистами дана оценка глобального природоохранного статуса видов рода рододендрон в отдельных географических районах и таксономических группах. Результатом этой работы явилось появление издания «The Red List of Rhododendrons» Douglas Gibbs, David Chamberlain and George Argent. Source: IUCN (2001) [2].

Итоговая оценка издания показывает, что примерно 25 % всех таксонов рододендронов в дикой природе находятся под угрозой исчезновения. Названа основная причина – воздействие изменения климата, что представляет серьезную угрозу произрастанию рододендронов в естественных местообитаниях. Необходимо принимать меры по сохранению находящихся под угрозой исчезновения видов. И здесь, ботанические сады, другие специализированные сады и энтузиасты, должны играть особую роль.

В январе 2001 г. Совет МСОП (Международный союз охраны природы и природных ресурсов) принял новую версию категорий и критериев состояния видов рододендрона:

Extinct (EX) – исчезнувшие; Extinct in the Wild (EW) – исчезнувшие в дикой природе; Critically Endangered (CR) – находящиеся в критическом состоянии;

Endangered (EN) – находящиеся под угрозой исчезновения; Vulnerable (VU) – уязвимые; Near Threatened (NT) – находящиеся в состоянии близком к угрожаемому; Least Concern (LC) – вызывающие наименьшее опасение; Data Deficient (DD) – недостаток данных; Not Evaluated (NE) – не оцененные [2].

В ботаническом саду при Императорском Лесном институте был накоплен уникальный опыт интродукции представителей рода рододендрон. В знаменитой коллекции Э.Л. Вольфа было собрано и описано 50 видов и форм великолепно цветущих кустарников [3].

Как показывает опыт первичной интродукции, из апробированных Э.Л. Вольфом в условиях г. Петрограда 92 видов и форм рододендрона, примерно 50 видам была дана оценка морозостойкости I–III балла. С баллом морозостойкости IV – могли выращиваться 11 таксонов рододендрона (31 вид рододендрона был признан неперспективным). К сожалению, к 60-м годам XX столетия коллекция была практически утрачена. Ко времени начала наших исследований (1972 г.) род был представлен 2 видами: *Rhododendron japonicum* (A. Gray) Suring. – выращивается в дендрарии СПбГЛТУ 1 экземпляр с 1894 г. и *Rh. luteum* Sweet var. *glaucum* E. Wolf, 2 растения произрастают в арборетуме с 1910 г. Состояние их рассматривалось на тот период как неудовлетворительное.

Возобновление работ по интродукции рододендронов было предпринято нами с 1972 г. [4]. В задачи наших исследований, входило пополнение экспериментальной коллекции новыми ценными видами

Таблица. Виды рододендрона, внесенные в Красный список МСОП* [2] и в Красную книгу СССР**[7] и произрастающие в ботаническом саду СПбГЛТУ.

Вид	Естественный ареал, форма и группа роста в естественном ареале	Категория	Год посева семян, откуда получены семена	Число особей (шт.)	Средняя высота растений (м)	Группа морозостойкости (по Э.Л. Вольфу) [3]	Группа перспективности (по Лапину и Сидневой) [6]
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Rhododendron albrechtii</i> Maxim. Рододендрон Альбрехта	Япония (Хоккайдо, Хонсю), К8,	* LC	1995 г., Бельгия, Калмтхаут	2	1,4	IV	1

Интродукция и акклиматизация

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Rh. ambiguum</i> Hemsl. P. сомнительный	Китай К 8,	* LC	1974 г., Латвия, Рига	1	1,5	V	II
<i>Rh. atlanticum</i> (Ashe) Rehd. P. атлантический	Восток Сев. Америки, К9	* LC	1975 г., Германия, Бремен	1	1,5	Вид не интродуцировался	II
<i>Rh. aureum</i> Georgi P. золотистый Syn. <i>Rh. chrysanthum</i> Pall.	Алтай, Саяны, Даурия, РДВ, Сахалин, Корея, Монголия, Япония, К 9	* LC	1997 г., Южно-Сахалинск, ДВО РАН 2) 2002 г. Германия, Бремен 3) Южно-Сахалинск, БС, из естественных местообитаний	2 1 3	0,15 0,15 0,1	I fruct., но капризен	II
<i>Rh. brachycarpum</i> D. Don ex G. Don P. короткоплодный	Корея, Япония, К 7	* ** LC	1976 г., Норвегия, Осло 1976 г., Германия, Эссен 2006 г.	2 3 10	1,7 1,5 0,2	I fruct.	I–II
<i>Rh. calendulaceum</i> (Michx.) Torr. P. ноготковидный	Восток Сев. Америки, К 7–8	* LC	1984 г., Латвия, Рига 2) 2003 г. 3) 2006 г.	7 5 1	1,5 1,2 0,2	II fl.	I
<i>Rh. camtschaticum</i> Pall. P. камчатский	Север Сибири и РДВ, Командоры, Курилы, Япония, Сев.-Зап. Америки, Кч	* LC	1978 г., Эстония, Таллин 2) 1996 г. 3) 2006 г.	10 3 30	0,35 0,25 0,15	I fruct.	I
<i>Rh. canadense</i> (L.) Torr. P. канадский	Вост. Сев. Америки, К 9	* LC	1981 г., Беларусь, Минск 1989 г., Украина, Киев 3) 2003 г. 4) 2006 г.	10 4 2 30	1,0 1,2 0,15 0,25	I – II fruct.	I
<i>Rh. catawbiense</i> Michx. P. кэтевбинский	Вост. Сев. Америки, К 6–7	* LC	1976 г., Латвия, Яунбредики 2) 2003 г. 3) 2006 г.	50 15 14	1,8 1,2 0,4	III fl.	I
<i>Rh. caucasicum</i> Pall. P. кавказский	Кавказ, Турция, К 8	* LC	2012 г. Сажены из мест естественного произрастания, Кавказ (Красная поляна, 1650 м над ур. м)	2	0,25	I fruct.	II
<i>Rh. dauricum</i> L. P. даурский	Саяны, Забайкалье, РДВ, Вост. Китай, Япония, К 8	* LC	1982 г. Россия, СПб БИН РАН 2) 2006 г.	5 15	1,0 0,5	I–II или I; fruct.	I
<i>Rh. farrearae</i> Tate ex Sweet	Китай, Япония (Хонсю)	* LC	1984 г., Германия, Мюнхен 2) 2006 г.	6 1	0,9 0,1	Вид не интродуцировался	II–III

Интродукция и акклиматизация

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Rh. ferrugineum</i> L. Р. ржавый	Вост. Альпы, К 8	* LC	1973 г., Россия, СПб БИН РАН 1998 г., Россия, Барнаул, НИИ садоводства Сибири 2006 г.	15 5 12	0,8 0,5 0,2	I fruct.	I
<i>Rh. hirsutum</i> L. Р. жестковолосистый	Вост. Альпы, К 8	* LC	1982 г., Россия, СПб БИН РАН 2) 2006 г.	4 30	0,7 0,4	I fruct.	I
<i>Rh. ledebourii</i> Pojark. Р. Ледсбура	Алтай, Саяны, Монголия, К 8	* LC	1) 1984 г. Латвия, Рига 2) 2003 г. 3) 1996 г. 4) 2006 г. 5) 2006 г.	3 3 2 30 30	1,95 1,0 1,7 0,6 0,2	I	I
<i>Rh. luteum</i> Sweet Р. желтый Syn. <i>Rh. flavum</i> G. Don	Зап. Европа, Кавказ, Малая Азия, К 7	* LC	1978 г. Словакия, Слепчаны; 2) 1982 г. Словакия, Слепчаны 3) 2003 г. 4) 2003 г. 5) 2006 г.	20 5 20 10 50	2,0 1,7 1,0 0,5 0,4	I, fruct.	I
<i>Rh. macrophyllum</i> G. Don Р. крупнолистный Syn. <i>Rh. californicum</i> Hook.	Зап. Сев. Америки, К 7	* LC	1976 г., Эстония, Таллин 2) 2006 г. 3) 1996 г.	6 2 8	1,80 0,5 1,5	III, фл.	I
<i>Rh. makinoi</i> Tagg ex Nakai Р. Макино	Япония (Хонсю), К 8	* VU	1974 г., Германия, Бремен	1	0,8	Вид не интродуцировался	I
<i>Rh. maximum</i> L. Р. крупнейший	Вост. Сев. Америки, Д 4	* LC	1974 г., Германия, Бремен 2) 1996 г.	1 9	1,2 1,2	III–IV	II–III I – II
<i>Rh. ponticum</i> L. Р. понтийский	Кавказ; вост. побережье Балканского п-ва; сев. Анатолия; Ливан; К 6–7	* LC	1977 г., Португалия 1989 г. Украина, Киев 3) 1996 г. 4) 2011 г., Кавказ, семена из естественных местообитаний	2 1 1 60	1,0 0,6 0,3 0,2	IV	I–II
<i>Rh. poukhanensis</i> I.c.v. Р. пукханский	Корея, К 9	* LC	1989 г., Украина, Киев	1	0,7	Вид не интродуцировался	II
<i>Rh. roseum</i> (Loisel.) Rehd. Syn. <i>Rh. prino- phyllum</i> (Small) Millais Р. розовый	Восток Сев. Америки К 6, в культуре К 8	* LC	1997 г., Эстония, Таллин, БС	3	0,8– 1,5	Вид не интродуцировался	I
<i>Rh. racemosum</i> Franch. Р. кистевой	Китай, К 8	* LC	2009 г., Литва, Шауляй, ГУБС	9	0,10	V	I

Интродукция и акклиматизация

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Rh. schlippenbachii</i> Maxim. Р. Шлиппенбаха	Юг Приморья РДВ, Корея, Китай, Япония, К 8	** LC	1978 г., Эстония, Таллин 2) 2006 г.	5 30	0,70 0,2	III (II)	II-III
<i>Rh. sichotense</i> Pojark. Р. сихотинский	Дальний Восток, К 8-9	** DD	1980 г. Россия, Владивосток 2) 1996 г. пот-во (Латвия, Рига, 1985 г. посева) 3) 2003 г. 4) 2006 г.	9 20 2 40	1,5 1,8 1,0 0,4	Вид не интродуцировался	I
<i>Rh. smirnowii</i> Trautv. Р. Смирнова	Зап. Закавказье, Турция К 6-9	** VU	1974 г., Германия, Бремен 2) 2002 г. 3) 1996 г. 4) 2003 г. 5) 2006 г.	5 15 10 14 50	2,20 0,8 1,2 0,8 0,2	I или I-II fruct.	I
<i>Rh. vaseyi</i> A. Gray Р. Вазея	Сев. Америка, К 6	* VU	1) 1976 г., Германия, Бремен 1984 г. Германия, Бремен 3) 1988 г. Латвия, Рига 4) 2006 г. 5) 2006 г.	20 5 5 40 5	1,80 1,5 1,2 0,6 0,2	II fl.	I
<i>Rh. vernicosum</i> <i>Franch. var. rhanthum</i> Balf. f. et W.W. Smith. Р. глянцецветный <i>var. rhanthum</i>	Китай, К 8	* LC	1984 г. Германия, Бремен	4	1,0	Вид не интродуцировался	I
<i>Rh. viscosum</i> (L.) Torr. Р. клейкий	Вост. Сев. Америки, К 7	* LC	1) 1976 г., 2) 1984 г., Нидерланды, Амстердам 3) 1985 г. Чехия, Стеборице 4) 2003 г.	2 2 20 7	0,70 1,6 1,3 0,4	II-III	I
<i>Rh. yakusimanum</i> Nakai Р. якусиманский	Япония (Хонсю, Кюсю, Сикоку)	* LC	1985 г., Германия, Мюнхен 2006 г., Латвия, Саласпилс	1 10	1,0 0,3	Вид не интродуцировался	III II

Примечание: в графе 2 указан естественный ареал растений и приведены данные о форме роста в оптимальных условиях: К – кустарник, Кч – кустарничек. Группы роста растений:

- 1: свыше 25 м, 6: 3 – 5 м,
2: 20 – 25 м, 7: 2 – 3 м,
3: 15 – 20 м, 8: 1 – 2 м,
4: 10 – 15 м, 9: 0,5 – 1 м,
5: 5 – 10 м, 10: ниже 0,5 м

Сокращения: вост. – восточный, зап. – западный, сев. – северный, ср. – средний, центр. – центральный, южн. – южный; РДВ – российский Дальний Восток; обозначения (по Вольфу) в графе 7: fl. – «растение приносит цветы», fruct. – «имеются плодоносящие экземпляры».

Оценку жизнеспособности и перспективности рододендронов, культивируемых в открытом грунте (графа 8 таблицы), проводили на основе шкалы, разработанной П.И. Лапиным и С.В. Сидневой [6].

для сохранения генофонда и поддержания биоразнообразия (замена растений, выпадающих в результате действия различных факторов), изучение в природной обстановке их биоэкологических особенностей и адаптационных возможностей, оценка жизнеспособности и перспективности их интродукции в условиях СПб [5, 6].

В коллекции в настоящее время проходят испытание 59 таксонов рода рододендрон, из них (по версии МСОП): уязвимые виды VU – 3 вида (рододендрон Макино, р. Смирнова, р. Вазея); виды рододендрона, вызывающие наименьшее опасение (LC) – 26 видов; недостаток данных DD – 1 вид – р. сихотинский. Итого – 30 видов рододендрона, т. е. половина от общего числа включены в Красный список МСОП и выращивается в экспериментальной коллекции ботанического сада СПбГЛТУ. Они представлены в таблице.

Известно, что плодоношение является объективным критерием успешности интродукции растений и их адаптации к данным условиям. А если интродуцент-маточник произрастает в условиях интродукции свыше 20–40 лет, то урожайность семян и их высокие посевные качества могут свидетельствовать о благоприятном соотношении факторов внешней среды для этого вида. Из 30 таксонов, включенных в Красный список МСОП выращено потомство из семян местной репродукции 19 видов, плодоносят (но семена для получения потомства не высевали) – 5 видов и только цветут – 6 видов. Дважды испытывался, но вымерзал – *Rh. orbiculare* Desne. – (уязвимый вид VU; область распространения: Зап. Китай, вост. Тибет, К7).

По перспективности интродукции рододендронов Красного списка по версии МСОП [2] можно выделить три группы (принципы П.И. Лапина и С.В. Сидневой) [6]: I группа – вполне перспективные: Альбрехта, Вазея, даурский, желтый, жестковолосистый, камчатский, канадский, короткоплодный, крупнейший, крупнолистный, кэтевбинский, Ледебура, ноготковидный, понтийский, пуханский, ржавый, сихотинский, Смирнова, Шлиппенбаха (19 видов). Растения этой группы цветут, плодоносят, размножаются семенами местной репродукции и могут быть рекомендованы для использования в озеленении. II группа – менее перспективные: атлантический, глянцевиный, золотистый, кавказский, кистевой, клейкий, Макино, *Rh. farrearae* Tate ex Sweet, розоватый, сетчатый, якусиманский (11 видов). Зимостойкость этой группы растений – II–III балла, цветут и плодоносят не ежегодно, нуждаются в дифференцированной агротехнике (дополнительном подкислении почвы и увлажнении воздуха, каменистых субстратах и т. д.). Эти виды рекомендуются для выращивания в ботанических садах и альпинариях. Растения V группы – неперспективные: *Rh. orbiculare* Desne.

Опытные растения-маточники за период выращивания испытывали самые суровые (а иногда и бесснежные) зимы, жаркие и сухие сезоны и раннее наступление осенних заморозков. Широкий диапазон меняющихся климатических условий на уровне стрессов явился, по удачному выражению В. Лархер «стимулом адаптации и селективным фильтром» для интродуцированных видов рододендрона [9]. Естественный отбор на начальных этапах онтогенеза помог выявить растения с новыми приспособительными преимуществами по сравнению с исходными свойствами родительских особей. Но это приводит часто к неэффективной интродукционной работе – к большой потере уникального коллекционного материала.

Сохранность воссозданной коллекции обеспечивается с помощью ряда агротехнических приемов, которые могут представлять интерес для специалистов, селекционеров, имеющих дело с культурой рододендронов. Эти приемы могут быть сведены к следующему обязательным мероприятиям:

1. При выращивании семян рододендрона из семян обязательно использование инокулятов (микоризных окончаний корней видов рода *Rhododendron* или субстратов из-под рододендронов, успешно произрастающих длительное время в коллекции). Это повышает всхожесть семян, приживаемость всходов, и увеличивает их биометрические данные уже в первые месяцы выращивания [10, 11].

2. При пикировках и перешколках необходимо соблюдать контактное размещение растений. Грядки под пересадку рододендронов из оранжереи (где они содержались год или три в зависимости от вида) следует выбирать под кронами сосен и лиственниц, в полутени, в наиболее прохладных и влажных в летние месяцы местах. Учитывая высокую степень микотрофности всех видов, для успешной их адаптации, на ювенильном этапе желательно использовать в качестве инокулята почву, взятую из-под дикорастущих видов рододендрона в природных условиях (Альпы, Кавказ), микоризную почву (из-под вереска) и микоризные окончания корней (вереска). В литературе это направление называется симбиотической интродукцией.

3. Присутствие эндотрофной микоризы на корневых окончаниях растений требует постоянного подкисления субстрата – этому процессу способствует ежегодное мульчирование торфом, хвоей сосен и лиственниц. При уходе за саженцами в питомнике и в постоянной экспозиции (полив, мульчирование, дополнительная инокуляция, подкисление ризосферы), ни в коем случае нельзя рыхлить почву.

4. Чрезвычайно важен выбор места постоянной экспозиции на территории дендрария или парка.

Из-за нестабильности экологических факторов следует отметить необычайно высокую требовательность большинства видов рододендронов к

месту посадки. Обилие используемых в последнее время в озеленении интродуцентов требует учитывать возможный характер их аллелопатических связей. Для этого особо следует учитывать биотические отношения рододендронов. Все виды (являясь в основной своей массе гигрофитами), абсолютно не выносят конкуренции за влагу с произрастающими поблизости древесными растениями с мощной поверхностной корневой системой. Следует особенно избегать соседства с липами, ясенями, вязами, кленами, березами, конскими каштанами, тополями, елями, пихтами, лещиной, сиренью, жимолостью, так как их поверхностная корневая система успешно конкурирует с рододендронами, отнимая влагу, а кроны задерживают осадки. Из парковых растений с глубокой корневой системой не представляют конкуренции для рододендронов сосны, дубы, а также растения с мощно развитой неглубокой корневой системой, как у бука [12, 13]. Более того эти виды являются микотрофными. Произрастая продолжительное время в таком сообществе, они становятся не просто растущими рядом растениями, а единым организмом, связанным в единое целое подземной сетью многочисленных тончайших нитей микотрофных грибов (обмен между растениями был доказан опытами с радиоактивными изотопами). Процесс микоризообразования играет важную роль в жизни древесных насаждений, являясь одним из факторов, определяющих их устойчивость. Отсутствие учета этого может привести к неверным решениям, касающихся вопросов сохранения биоразнообразия, создания устойчивых и продуктивных фитоценозов, особенно в условиях нестабильности климата и нарастающих антропогенных нагрузок на природные экосистемы.

Солитерные посадки рододендрона допустимы, если в запасе есть большое количество экземпляров и можно позволить себе экспериментировать. Однако, как показал наш опыт, лучше всего создавать куртины из 5–11 экземпляров. Для улучшения микроклимата в местах постоянной экспозиции можно предусмотреть посадку полукольцом сосны горной, а в куртине рододендрона – почвопокровных растений: пахизандры верхушечной, барвинка и др. Все эти меры будут способствовать накоплению снега, задержанию его таяния и ослаблению действия ветра и сквозняков. В жаркие дни с пониженной относительной влажностью воздуха требуется полив. Для так называемых, труднокультивируемых видов (например, р. Кочи и т. п.), желателен более дифференцированный подход и прибавить к вышеперечисленным приемам следующие: предварительная стратификация семян альпийского типа, технологическая схема закаливания для сеянцев, фотопериодическое воздействие на саженцы в первый год пересадки в открытый грунт, тщательный подбор компонентов для субстратов для каждого

конкретного вида, укрытие спанбондом в первые годы выращивания саженцев в открытом грунте. Соблюдение этих приемов позволит с относительной уверенностью полагать, что усилия по сохранению коллекционных видов рододендронов не будут потрачены впустую.

Список литературы

1. Сахарова С.Г. Культура рододендронов и перспективы ее использования в условиях Северо-Запада России. Автореф. дис. канд. с-х. наук. СПб, 1992.
2. Douglas Gibbs, David Chamberlain and George Argent. The Red List of Rhododendrons Source: IUCN (2001).
3. Вольф Э.Л. Наблюдения над морозостойкостью деревянистых растений. // Тр. бюро по прикл. ботан. 1917. Т. 10, № 1. С. 146.
4. Сахарова С.Г. Интродукция видов рода рододендрон в ботаническом саду ЛТА им. С.М. Кирова // Ботанические сады как центры интродукции растений. Тарту, Ботанический сад ТГУ, 1978, С. 78–80.
5. Сахарова С.Г. Зимостойкость и цветение некоторых видов рододендронов в Санкт-Петербурге // Изв. СПбГЛТА, 1997. Вып. 5 (163). С. 33–37.
6. Лапин П.И., Сиднева С.В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений. // Опыт интродукции древесных растений. М.: ГБС АН СССР, 1973. С. 7–67.
7. Красная книга СССР. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. М.: Лесн. Пром-сть, 1984. Т. 2. 480 с.
8. Сахарова С.Г. Лабораторная всхожесть семян рододендронов // Бюл. Гл. ботан. сада 1993. Вып. 167, С. 124–129.
9. Лархер В. Экология растений. М.: Мир, 1978. 382 с.
10. Важенина Ю.С., Облеухова Н. С., Сахарова С.Г. Опыт выращивания сеянцев рододендронов на микоризованных субстратах. Современные проблемы и перспективы рационального лесопользования в условиях рынка. // Сборник материалов научно-практической конференции молодых ученых и специалистов... 10–11 ноября 2009 г. СПб., 2010. С. 56–60.
11. Важенина Ю.С., Сахарова С.Г. Микориза – как фактор, определяющий рост и развитие растений, на примере сеянцев видов рода *Rhododendron* L. // Матер. межд. конф., посвященной 50-летию юбилею Лаборатории эмбриологии и репродуктивной биологии РАН БИН им. В.Л. Комарова 2010. СПб., 2010. С. 115.
12. Александрова М.С. Рододендрон. М.: Лесн. промшленность, 1989. 72 с.
13. Кондратович Р.Я. Рододендроны в Латвийской СССР. Рига: Зинатне, 1981. 326 с.

References

1. Sakharova S.G. Kultura rododendronov i perspektivy ee ispolzovaniya v usloviyakh Severo-Zapada Rossii [Culture rhododendrons and prospects for its use in the North-West of Russia]. Avtoref. dis. kand. s-kh nauk. SPb., 1992.

2. Douglas Gibbs, David Chamberlain and George Argent. The Red List of Rhododendrons. Source: IUCN (2001).
3. Volf E.L. Nablyudeniya nad morozostoykostyu derevyanistykh rasteniy [Observations on the frost resistance of woody plants]. Tr. byuro po prikl. botan [Proceedings Bureau of Applied Botany]. 1917. Vol. 10, № 1. P. 146.
4. Sakharova S.G. Introduktsiya vidov roda rododendron v botanicheskom sadu LTA im. S.M. Kirova // Botanicheskie sady kak tsenry introduktsii rasteniy [The introduction of species of the genus *Rhododendron* Botanical Garden in LTA them. C.M. Kirov // Botanical Gardens as centers of plant introduction]. Tartu, Botan. sad TGU [Tartu, Botan. Garden Tartu Univ.], 1978. Pp. 78–80.
5. Sakharova S.G. Zimostoykost i tsvetenie nekotorykh vidov rododendronov v Sankt-Peterburge [Hardiness and flowering of some species of rhododendrons in St. Petersburg]. Izv. SPbGLTA, 1997. Iss. 5 (163). Pp. 33–37.
6. Lapin P.I., Sidneva S.V. Otsenka perspektivnosti introduktsii drevesnykh rasteniy po dannym vizualnykh nablyudeny [Assessment of the prospects of introduction of woody plants according to visual observations]. Opyt introduktsii drevesnykh rasteniy [Experience the introduction of woody plants]. M.: GBS AN SSSR [Moscow: Main Botan. Garden AS USSR], 1973. Pp. 7–67.
7. Krasnaya kniga SSSR. Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy zhivotnykh i rasteniy [The Red Book of the USSR. Rare and endangered species of animals and plants]. M. [Moscow], 1984. P. 480.
8. Sakharova S.G. Laboratornaya vskhozhest semyan rododendronov [Laboratory germination rhododendrons]. Byul. GBS [Bul. Main. Botan. Garden]. Iss. 167, 1993. Pp. 124–129.
9. Larkher V. Ekologiya rasteniy [Plant ecology]. M.: Mir [Moscow: Publishing House Mir], 1978. P. 382.
10. Vazhenina Y.S., Obleukhova N. S., Sakharova S.G. Opyt vyrashchivaniya seyantsev rododendronov na mikorizovannykh substratakh. Sovremennye problemy i perspektivy ratsionalnogo lesopolzovaniya v usloviyakh rynka. Sbornik materialov nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov... [Experience rhododendron seedlings on mikorizovannykh substrates. Modern problems and prospects of sustainable forest management in market conditions. Collection of materials of scientific and practical conference of young scientists and specialists...]. 10–11 noyabrya 2009 [November 10–11]. SPb., 2010. Pp. 56–60.
11. Vazhenina Y.S., Sakharova S.G. Mikoriza – kak faktor, opredelyayushchiy rost i razvitie rasteniy, na primere seyantsev vidov roda *Rhododendron* L. Materialy Mezhdunarodnoy konferentsii, posvyashchennoy 50-letnemu yubileyu Laboratorii embriologii i reproduktivnoy biologii RAN BIN im. V.L. Komarova [Mycorrhiza – a factor that determines the growth and development of plants, seedlings for example species of the genus *Rhododendron* L. Proceedings of the International Conference on the 50th anniversary of the Laboratory of Embryology and Reproductive Biology BIN them. V.L. Komarova]. 2010. P. 115.
12. Aleksandrova M.S. Rododendron. M.: Lesn. promyshlennost [Moscow: Publishing House Lesnaya Promushlennost], 1989. P. 72.
13. Kondratovich R.Ya. Rododendrony v Latviyskoy SSR. [Rhododendrons in the SSR Latvia]. Riga: Zinatne [Riga: Publishing House Zinatne], 1981. P. 326.

Информация об авторах

Сахарова Светлана Григорьевна, канд. с-х. наук, доцент
Семенова Лидия Алексеевна, зав. лабораторией
E-mail: semlial@mail.ru
Корнеевкова Юлия Сергеевна, аспирант
Семенова Елена Игоревна, студент
Федеральное Государственное образовательное учреждение Санкт-Петербургский лесотехнический университет
194021, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5

Information about the authors

Sakharova Svetlana Grigorievna, Cand. Sci. Agr., Associate Professor
Semenova Lidia Akerseevna, Head of Laboratory
E-mail: semlial@mail.ru
Korneenkova Yulia Sergeevna, Postgraduate Student
Semenova Elena Igorevna, Student
Federal State Educational Institute Saint-Petersburg University of Forestry
194021, Russian Federation, St. Petersburg, Institutskiy Line, 5

А.К. Мамонтов

канд. биол. наук, н. с.

E-mail: veidelev@rambler.ru

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Главный ботанический сад
им. Н.В. Цицина РАН,
Москва

Экспозиция кальцефильной флоры Среднерусской возвышенности в Главном ботаническом саду

Рассмотрен опыт создания флористической экспозиции на основе редких и сложных в культуре кальцефильных видов природной флоры Среднерусской возвышенности. В работе основной акцент делается не на значимости методов подбора перспективных для интродукции видов, а на создании максимально подходящих условий для длительного пребывания растений в условиях культуры, для чего предложен новый метод создания рокария-эктофона. При создании рокария-эктофона на основе равнинных кальцефильных видов впервые учтена важность микроразнообразия и поддержания разнообразия консортивных связей. Применены материалы и способы организации пространства, оптимальные для устойчивости искусственных форм рельефа и виды, способные эффективно закреплять эрозионно-опасные поверхности. Обоснована необходимость зоны плавного перехода между сообществами кальцефильных интродуцентов и сообществами местной флоры на основе конкурентоспособных видов экологически близких флористических комплексов, таких как степные дерновинные злаки. Показано применение разнообразных литологических компонентов, сопутствующих карбонатным породам, характеризующих особенности местообитаний и делающих многоплановой саму структуру экспозиции. Выявлены способы оптимизации условий выращивания за счет снижения зависимости от ухода и сохранения генофонда максимального числа таксонов при задействовании минимальных объемов ресурсов. Дана предварительная интродукционная оценка устойчивости растений. Показан спектр жизненных форм высокоустойчивых видов.

Ключевые слова: экспозиция, интродукция, кальцефильные виды, рокарий, эктофон.

A.K. Mamontov

Cand. Sci. Biol., Researcher

E-mail: veidelev@rambler.ru

Federal State Budgetary Institution for Science
Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin RAS,
Moscow

Exposition of Calcicole Flora Central Russian Upland in the Main Botanical Garden

The experience of creating floral exposure based on rare and difficult to culture calcicole flora of Central Russian Upland. In this paper the focus is not on the importance of the selection of promising methods for the introduction of species, and on creating the most suitable conditions for an extended stay in a culture of plants, for which we propose a new method for creating rockeries-ekotona. When creating rocard-ecotron based lowland species calciphilic first considered the importance of maintaining diversity microzonal and consorts connection. Used materials and ways of organizing space that is optimal for the stability of artificial landforms and species able to effectively secure erosion dangerous surface. The necessity of a smooth transition zone between communities calciphilic exotic species and communities of native flora on the basis of competitive types of ecologically similar floristic complexes such as steppe turf grasses. Shows the use of different lithological components associated carbonate rocks that characterize particular habitat and make the very structure of multi-faceted exposure. Identified ways to optimize growth conditions by reducing the dependence on the care and preservation of the gene pool of the maximum number of taxa at harnessing the minimum amount of resources. Identified preliminary assessment of introduction of plant resistance. Shows the spectrum of life forms highly stable species.

Keywords: exhibition, cultivation, calcicole species, rocard, ecotona.

Экспозиция кальцефильной флоры Среднерусской возвышенности (далее ЭКФ) заложена в отделе флоры Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (ГБС РАН) в 2010 г. Несмотря на актуальность сохранения в культуре редких видов большинство вновь создаваемых

флористических экспозиций в ботанических садах ориентированы как зрелищные объекты садово-паркового искусства, основу которых представляют сортовые декоративные образцы. ЭКФ продолжает диаметрально противоположное и одно из важнейших и трудоемких в

реализации направлений научной деятельности отдела природной флоры ГБС, связанных с адаптацией и сохранением *ex situ* исчезающих и нуждающихся в охране видов природной флоры.

Опыты выращивания кальцефильных видов проводили уже в первые годы становления ГБС. На небольших искусственных возвышенностях с щелочным агрофоном формировались сообщества равнинных кальцефилов из большого числа регионов, дававшие обобщенное представление о растениях этой группы. Такие экспозиции были построены на основе эколого-исторического метода [1] М.В. Культиасова и эколого-фитоценологического метода [2] Н.В. Трулевич. При этом учитывались особенности становления природных флор, закономерности состава естественных фитоценозов, особенности ярусов как основных структурных единиц фитоценозов. Несмотря на логичность и научную обоснованность применяемых методов они позволили добиться устойчивости единичных наиболее пластичных в экологическом отношении растений. Более стенотопные кальцефилы адаптировать вообще не удавалось и в последующем привлечение таких растений признали нецелесообразным, а экспозиции меловых и известняковых районов Средней России к настоящему времени не сохранились. Подобный опыт проводился и в ботаническом саду МГУ, но экспозиция также не сохранилась. Отмечалось, что растения меловых склонов выращивать также сложно, как и арктоальпийские виды. Поэтому, для эффективного развития данного направления важно понять, каких существенных элементов не хватило для достижения поставленных целей в рамках применяемых методов, т. е. учесть ошибки первых опытов создания подобных ландшафтных экспозиций в крупнейших ботанических садах России: ГБС и ботаническом саду МГУ.

Во-первых, экспозицию было решено формировать не по принципу обобщения кальцефильной флоры ряда регионов, а в отображении детальных особенностей флоры относительно небольших территорий с крупнейшими меловыми массивами и уникальными сочетаниями видов, вместе с тем достаточно полно отражающими основной состав группы. В работах ряда исследователей показана неоднородность флористического состава кальцефилов [3, 4], но нет более репрезентативных по видовому составу районов, чем бассейны рек Оскол и Айдар. Поэтому кальцефильную флору данных территорий, взятую за основу ЭКФ, мы просицируем на всю Среднерусскую возвышенность. Экспозиция выполнена в виде рокария, разделенного на структурные части – искусственные возвышенности, представляющие виды бассейна р. Оскол (показаны характерные флористические сообщества Верхнего и Среднего Поосколья) и флору бассейна р. Айдар, в пределах Белгородской и Курской областей. Включены наиболее характерные, редкие и эндемичные виды (различного ранга) Среднерусской возвышенности.

Для наполнения ЭКФ с 2009 по 2014 гг. было совершено более 25 экспедиций в различные районы указанных регионов. Ранее проводились маршрутно-флористические

исследования с целью инвентаризации флоры отдельных районов, при этом были получены данные по многим редким кальцефильным видам [5]. В результате в культуре удалось сгруппировать растения из смежных бассейнов и продемонстрировать, как меняется видовое разнообразие в меридианальном и широтном направлениях. В коллекции представлены виды, наиболее часто встречающиеся на карбонатных субстратах и отдельные виды, встречающиеся также в галофильных и псаммофильных эколого-флористических комплексах.

Во фрагменте «Флора Верхнего Поосколья» сформирована крупная популяция *Daphne cneorum* L. subsp. *julia* K.-Pol. (в природных местообитаниях это крупнейшие популяции вида) и показан ряд других видов, находящихся здесь у северных границ ареалов.

Фрагмент «Флора Среднего Поосколья» представляет крупные популяции *Hedysarum grandiflorum* Pall. и других пионерных видов, образующих более разреженные сообщества, чем в предыдущем случае.

Фрагмент «Флора бассейна Айдара» знакомит с уникальными сочетаниями и редких кальцефильных и галофильных видов как *Hedysarum ucranicum* Kaschm., *Daphne sophia* Kalenicz., *Elytrigia pontica* Soltok. и др. встречающимися в относительно небольших природных выделах.

Основную проблему при выращивании группы кальцефилов в Москве представляет избыточное увлажнение, приводящее к вымоканию, отсутствию цветения, подверженности заболеваниям. Своеобразие пункта интродукции состоит в сочетании природных фрагментов Останкинской дубравы с массивами разнообразных травянистых и древесных интродуцентов на супесчаных почвах надпойменной террасы р. Лихоборки. Поэтому близость высоких деревьев создает световую блокаду, а местные почвы малопригодны для кальцефильных видов по физико-химическим показателям. Ряд других неизбежных трудностей вызван положением экспериментальной площадки в мегаполисе, что ставит сложную и вместе с тем интересную задачу в условиях всевозрастающего влияния техногенных факторов и колоссальной рекреационной нагрузки.

В ходе нашей работы были изучены разнообразные факторы, повышающие эффективность адаптации кальцефильных видов, что в дальнейшем может способствовать формированию устойчивых интродукционных популяций. Для этого предлагается метод создания флористической экспозиции рокария-экотрона для длительного сохранения кальцефильных видов, особенности которого максимально отвечают требованиям таких растений в нашем пункте интродукции и учитывают множественность факторов-детерминантов успешной адаптации. В основу метода положена идея о экотронах – физических моделях экосистем [6]. Применение данного метода исключает предварительное выращивание на грядках питомника, что неизбежно ведет к гибели большинства растений в условиях избыточного увлажнения. Основные принципы метода, впервые испытанного при организации ЭКФ следующие:

1. Создание рокария с учетом ценотических и пространственных предпочтений растений, т.е. формирование сообществ с учетом микроразнообразия приуроченности видов по типу экотрона – искусственной кальцефильной экосистемы с поддержанием разнообразия консортивных связей.

Здесь ставилась цель не только упорядочить разнообразие видов природной флоры в культуре и закономерно распределить их при укороченном высотном профиле, но и обеспечить благоприятные условия для развития разнообразия организмов, как в природных биоценозах. Во многом, поэтому выращивались не только редкие, но и часто встречающиеся виды. Такая постановка эксперимента помогла приблизить экспериментальное пространство к аналогам экосистем кальцефильных видов. Проявление микроразнообразия в равнинных условиях изучали ряд исследователей [7], но при интродукции рассматриваемой группы этот важный фактор ранее не учитывался. Нами проведены серии опытов с кальцефильными видами верхнесклоновых микроразнообразий (*Ephedra distachya* L.) средне-склоновых (*Scrophularia cretacea* Fisch. ex Spreng.) и нижнесклоновых (*Artemisia santonica* Web.), с выращиванием их в нижней, средней и верхней зоне экотрона с целью выяснения влияния этого фактора. В результате выяснилось, что жизненные формы верхнесклоновых растений при культивировании в нижних ярусах экспозиции изменяются, а их состояние становится ослабленным, тогда как у растений подножий природных склонов и располагаемых в этом же ярусе в культуре это проявляется значительно в меньшей степени. То есть растения разных микроразнообразий для их лучшей адаптации целесообразно располагать упорядоченно даже в условиях искусственного рельефа, где высотный профиль (как в данном случае) значительно более укорочен в сравнении с природным, ведь высота экотрона не превышает 2,5 м. Поэтому, все растения экспозиции распределялись соответственно микроразнообразиям закономерностям.

2. Применение материалов, способствующих устойчивости к эрозионному разрушению искусственных форм рельефа в данном пункте интродукции и видов, способных наиболее эффективно и быстро закреплять обрывистые участки экотрона, усиление дренажности за счет увеличения крутизны склонов.

Так как в московском пункте интродукции адаптация проходит в условиях избыточного увлажнения и вне ареалов большинства кальцефильных видов, особенности искусственных местообитаний должны способствовать компенсации неблагоприятных климатических факторов. В результате основные склоны рокария были выполнены значительно более крутыми, чем склоны, на которых обитает большинство кальцефилов в природе. В ходе эксперимента растения размещались на обрывистых и почти отвесных склонах, которые усилили дренажное искусственной формы рельефа, что препятствует накоплению избыточной вегетативной массы у растений в периоды продолжительных ливней. В условиях промывного режима осадков использовать мел или доломитовую муку

нежелательно, они быстро размываются и вымываются, применение только скального известняка вызывает затруднения в приживаемости взрослых растений и прорастании семян. Поэтому в построении применялась смесь мелкого известкового щебня и нейтральных почв, оказавшаяся оптимальной для повышения устойчивости к размыву и позволяющая развиваться корневым системам растений и прорасти семенам. Ряд видов (они рассмотрены ниже) оказались особенно эффективными в закреплении обрывистых склонов.

3. Организация целостного пространства экспозиции с прилегающей к ней территорией.

Для устранения негативного воздействия мезофитного фитоокружения и улучшения микроклимата создается особая полоса плавного перехода экспозиции к прилегающей территории на основе конкурентоспособных видов экологически близких кальцефильным флористическим комплексам. В качестве таких видов были выбраны степные дерновинные злаки. В основе степного участка, прилегающего к ЭКФ ряд ковылей: *Stipa capillata* L., *S. dasphylla* (Czern. ex Lindem.) Trautv., *S. lessingiana* Trin., *S. pulcherrima* C. Koch, *S. pennata* и *S. tirsia* Stev., в большинстве также кальцефильных видов, но значительно более успешно адаптирующихся в местных условиях.

4. Использование в построении подлинных материалов, сопутствующих карбонатным породам. Разнообразные геологические породы в составе меловых отложений помогают более полно показать весь спектр местообитаний и сделать многоплановой структуру экспозиции. Лишь немногие древние формы рельефа Среднерусской возвышенности сохранили черты эталонности, большинство из них целенаправленно разрушается, но сохранить их в культуре невозможно. Поэтому, если подходить к созданию рокариев с природоохранной позицией, необходимо формировать коллекцию с учетом обоснованных сочетаний субстратов и растений. Приуроченность отдельных видов и сообществ к определенным сочетаниям карбонатных с прочими осадочными породами в природных местообитаниях часто носит устойчивый характер. Перенос подобных закономерностей в условия ботанического сада позволяет представить более полную и достоверную информацию о неоднородности местообитаний кальцефильных видов. Например, *Silene cretacea* Fisch. ex Spreng., *S. supina* Vieb. отмечаются в местах массового скопления лимонитов, железистых песчаников, на склонах с крупно-щебнистыми меловыми и кремневыми субстратами развиваются крупные популяции *Rosa rubiginosa* L., *Hedysarum grandiflorum* Pall., *Helianthemum rupifragum* A. Kerner, *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. и т. п.

5. Применение шадящих способов мобилизации материала в природных экосистемах, т.е. сбор семян и отдельных живых растений. Организация эффективных и оптимальных условий для длительного выращивания большого числа таксонов при задействовании минимальных объемов грунта.

Видовой состав ЭКФ подчеркивает природоохранную направленность проекта, так как подавляющее

большинство кальцефильных видов – основа охраняемых перечней видов в регионах, имеющих выходы карбонатных пород. Свыше 20 таких видов из регионов Среднерусской возвышенности включено в Красную книгу РФ и около 100 видов – в региональные Красные книги. Поэтому важным условием было использование минимального количества образцов живых растений, тем более охраняемых, поэтому использовались лишь единичные экземпляры взрослых растений, в основном их семена, так как популяции ряда кальцефильных видов в природе малочисленны. Существенный момент ландшафтных работ заключается в соответствии результата разного рода затратам. Например, для создания одного из крупнейших альпинариев в мире – альпинария МГУ было использовано 10000 тонн карельского гранита [8], что не стало залогом успешной интродукции альпийских видов. Мы ставили задачу эффективно сохранять *ex situ* растения, не прибегая к выполнению грандиозных и бессмысленных работ. Всего потребовалось около 25 м³ различных грунтов, создание экспозиции из влажного грунта позволило сделать компактные, исключительно крутосклонные возвышенности и на площади 20 м² представить небольшие по численности сообщества свыше 122 видов кальцефильной флоры, что составляет примерно четвертую часть их видового разнообразия на Среднерусской возвышенности, в дальнейшем планируется пополнение новыми видами. Распределение растений в соответствующих их природным местообитаниям частях рокария позволяет рационально использовать его относительно небольшое пространство, избегать затенения и вымокания ксерофитов и т. п. В условиях непродолжительного и влажного лета это особенно важно, так как цветение и плодоношение у культивируемых образцов в обычных условиях питомника часто опаздывает, растения становятся ослабленными. Только наличие здоровых маточных образцов позволяет получать полноценный семенной материал большинства видов, а затем и растения местной репродукции – наиболее ценный для дальнейших исследований в условиях культуры.

Подобная постановка эксперимента не может дать сиюминутный результат внешней сформированности экосистемы, как при мобилизации большого числа взрослых растений, но она доказывает эффективность адаптации кальцефильных растений в условиях искусственной экосистемы. Применение данного метода позволило не только изменить представления об устойчивости большинства испытанных ранее видов, но и поддержать рациональное отношение к природным местообитаниям, так как ранее многие неудачные эксперименты по адаптации наиболее ценных видов многократно, но безуспешно повторялись. Более трети видов коллекции впервые прошли испытания в ГБС [9].

Пятилетний период интродукционной работы – начальный период для объективной интродукционной оценки устойчивости растений в культуре. Эффективность метода проведения эксперимента и погодные особенности периода наблюдений в данном случае позволили сделать подведение предварительных итогов интродукции

обоснованным и дать вполне адекватную оценку испытанным таксонам. Период 2010–2015 гг. в Московском регионе был чрезвычайно контрастным и разнообразным по погодным условиям. В данном временном интервале почти каждый год отличался погодными рекордами. Неизгладимый след во флоре всей Средней России оставила сильнейшая засуха 2010 г. Как самый влажный (892 мм осадков) в истории наблюдений Москвы запомнился 2013 г. Резко отличились две подряд зимы: самая снежная (высота снежного покрова 78 см) зима 2012–2013 гг. и напротив, самая малоснежная (18 см) 2013–2014 гг. последних десятилетий. Значительные колебания за короткий период позволили изучить реакцию растений на максимально возможное разнообразие неблагоприятных условий и полноценно выявить адаптивные возможности растений. В результате накоплены сведения, важные для оптимального распределения и лучшего развития в меняющихся условиях, стало понятно, как предотвращать возможные потери ценных образцов и повысить устойчивость растений.

Для интродукционной оценки устойчивости использована шкала, предложенная Н.В. Трулевич [10], в которой выделены: неустойчивые, слабоустойчивые, устойчивые, высокоустойчивые. Так как большинство представленных видов охраняется во многих регионах Средней России, отмечены знаком (*) только виды Красной книги РФ (всего 19 видов).

Слабоустойчивые виды проходят годичный цикл развития побегов нерегулярно, жизненное состояние по сравнению с растениями природных местообитаний ослаблено, темп онтогенеза замедленный [10], всего 18 видов: *Ajuga chia* Schreb., *Ajuga laxmannii* (L.) Benth., *Artemisia nutans* Willd., *Asineuma canescens* (Waldst. & Kit.) Griseb. & Schenk, *Aster amellus* L., *Astragalus austriacus* Jacq., *Centaurea marschalliana* Spreng., *Chamaecytisus austriacus* (L.) Link, *Clematis lathyrifolia* Bess. ex Reichenb., *Galatella angustissima* (Tausch) Novopokr., *Helictotrichon desertorum* (Less.) Nevski, *Limonium tomentellum* (Boiss.) O. Kuntze, *Linaria cretacea* Fisch. ex Spreng., *Melampyrum argyrocomum* (Fisch. ex Ledeb.) K.-Pol., *Pedicularis kaufmanii* Pinzg., *Potentilla arenaria* Borkh., *Taraxacum serotinum* (Waldst. & Kit.) Poir., *Thesium arvense* Horvatovszky.

Устойчивые виды проходят полный цикл развития побегов, высокое жизненное состояние, стабильные ритмические процессы, отличающиеся от природных некоторым смещением календарных сроков, приспособлены к местным климатическим условиям. По продуктивности и размерам образцы соответствуют природным или превышают их, жизненные формы сохраняются, темп онтогенеза обычный или несколько ускоренный, самостоятельно не возобновляются, самосева не образуют, но в большинстве случаев успешно размножаются искусственным путем [10], всего 60 видов: *Adonis vernalis* L., *A. wolgensis* Stev., *Ajuga genevensis* L. (розовоцветковая форма), *Allium flavescens* Bess., *Alyssum tortuosum* Waldst. & Kit. ex Willd., *Anthericum ramosum* L., **Artemisia hololeuca* Bieb. ex Bess., *A. santonica* Web., *Asparagus officinalis* L., *Astragalus ucrainicus* M. Pop. & Klok., *Bupleurum falcatum* L.,

Cephalaria uralensis (Murr.) Schrad. ex Roem. & Schult., *Centaurea orientalis* L., *C. ruthenica* Lam., *Clematis integrifolia* L., *Convolvulus lineatus* L., **Daphne sophia* Kalenicz., **D. cneorum* L. subsp. *julia* K.-Pol., **Erucastrum cretaceum* Kotov, *Erysimum canescens* Roth, *Euphorbia seguieriana* Neck., *Galatella villosa* (L.) Reichenb. fil. **Genista tanaitica* P. Smirn., *Gypsophila altissima* L., **Hedysarum grandiflorum* Pall., **H. ucranicum* Kaschm., *Helianthemum canum* (L.) Hornem., *H. nummularium* (L.) Mill., *H. rupifragum* A. Kerner, **Hyssopus cretaceus* Dubjan., *Jurinea ledebourii* Bunge, *Inula ensifolia* L., *I. arenaria* Waldst. & Kit, *I. halophila* Pall., *I. pumila* L., *Linum flavum* L., *L. hirsutum* L., *Linum ucranicum* Czern., **Matthiola fragrans* Bunge., **Onosma simplicissima* L., *Ornithogalum kochii* Parl., *Oxytropis pilosa* (L.) DC, *Polygala cretacea* Kotov, *P. sibirica* L., *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Reseda lutea* L., *Rosa porrectoidens* Chrshan. & M. Pop., *Pimpinella tragiium* Vill., *Plantago maritima* L., *Psathyrostachys juncea* (Fisch.) Nevski, *Salvia nutans* L., *Sanguisorba minor* Scop., **Scrophularia cretacea* Fisch. ex Spreng., *Sideritis montana* L., *Silene chlorantha* (Willd.) Ehrh., **S. cretacea* Fisch. ex Spreng., *S. supina* Bieb., *Stachys recta* L., *Teucrium polium* L., *Vincetoxicum stepposum* (Pobed.) A. & D. Love.

Высокоустойчивым свойственно все, что и предыдущей группе, а также интенсивное размножение, образование самосева, самовозобновление, расширение занимаемой площади [10], всего 44 вида.

Важную группу составляют неприхотливые растения быстро закрепляющие обрывистые поверхности. Наиболее подверженные разрушению ливнями склоны эффективно закрепили дерновинные травы: *Agropyron cristatum* (L.) Beauv., *Carex humilis* Leyss., *Koeleria talievii* Lavr., *Linum perenne* L., *Poa compressa* L., *Prunella grandiflora* (L.) Scholl., *Vinca herbacea* Waldst. & Kit. *Astragalus albicaulis* DC., *Genista tinctoria* L. *Scutellaria supina* L., *Thymus cretaceus* Klok. et Shost.,

Другие растения этой группы: *Aegilops cylindrica* Host, *Anemone sylvestris* L., *Allium sphaerocephalon* L., **Androsace villosa* L., **Artemisia salsoloides* Willd., *Asperula tephrocarpa* Czern. ex M. Pop. & Chrshan., *Crambe tataria* Sebeok, *Dianthus andrzejowskianus* (Zapal.) Kulcz., *Draba sibirica* (Pall.) Thell., *Echinops ruthenicus* Bieb., *Ephedra distachya* L., *Filipendula vulgaris* Moench, **Iris aphylla* L., *Lithospermum officinale* L., **Paeonia tenuifolia* L., *Rosa rubiginosa* L., *Salvia verticillata* L., **Schivereckia podolica* Besser. Andr. ex DC., *Thymelaea passerina* (L.) Coss. & Germ., *Viola ambigua* Waldst. & Kit., *Viola rupestris* F.W. Schmidt.

Интересен ряд высокоустойчивых видов, появление которых связано со случайным заносом семян. В природных местообитаниях часто наблюдается вспышка численности таких растений не только в антропогенно-нарушенных местах, но и там, где активизируются геоморфологические процессы, инициированные биогенными и абиогенными факторами, чаще всего в подножиях меловых форм рельефа. Такие виды как *Anthemis tinctoria* L., *Artemisia austriaca* Jacq., *Chaenorhinum minus* (L.) Lange, *Consolida regalis* S. F. Gray, *Diplotaxis cretacea* Kotov, *Polychnum arvense* L., *Turritis glabra* L. сохраняются в коллекции как

природные ассектаторы более редких кальцефильных видов.

Небольшую группу здесь составляют виды, также часто входящие и в галофильные флористические комплексы: **Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawler) Spreng., *Elytrigia pontica* Soltok., *Galatella linosyris* (L.) Reichenb. fil., *Verbascum phoeniceum* L., *Veronica incana* L., По многолетним опытам в отделе флоры ГБС отмечалась бесперспективность видов солонцеватых местообитаний из-за частого выппада.

Соотношение видов по степени интродукционной устойчивости (рис. 1) показывает большую совокупную долю устойчивых и высокоустойчивых видов (85 %), слабоустойчивые виды составляют незначительную часть (15 %). Важно заметить, что среди слабоустойчивых относительно немного облигатных кальцефилов, но присутствуют отдельные облигатные однолетники, полупаразитные, цветущие во второй половине лета виды, крупную группу здесь образуют и виды Asteraceae. Таким растениям довольно сложно обеспечить благоприятные условия, вероятно потребуется несколько больше времени. В группу устойчивых, напротив, входит основная часть облигатных видов. Среди высокоустойчивых также довольно много облигатных. Это показывает, что в культуре характерная многим кальцефильным видам стенопотность не мешает адаптации в новых условиях. Метод создания рокария-экотрона позволил исключить проявление неустойчивости видов.

Спектр жизненных форм высокоустойчивых видов (рис. 2) отражает довольно высокую представленность



Рис. 1. Соотношение долей видов по степени интродукционной устойчивости

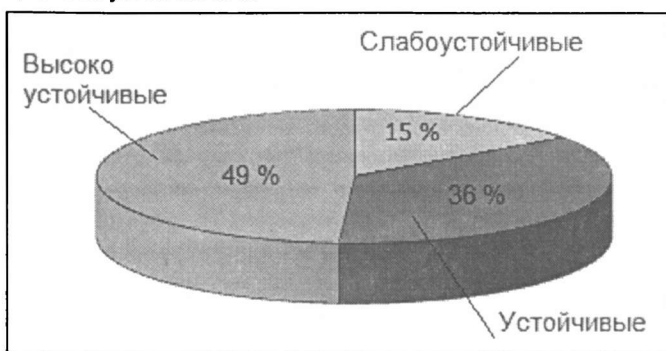


Рис. 2. Спектр жизненных форм высокоустойчивых видов ЭКФ

полудревесных и однолетних видов, свойственную всей эколого-ценотической группе и показывает неплохие адаптивные способности таких жизненных форм. Интерес здесь представляют полукустарнички наиболее аридных местообитаний: *Astragalus albicaulis*, *Artemisia salsoloides*. Преобладание в спектре и примерно равное распределение многолетних вегетативно-неподвижных, вегетативно-малоподвижных и вегетативно-подвижных трав свидетельствует о большей эффективности жизненных стратегий таких форм при адаптации в наших условиях.

Практическая значимость данной эколого-ценотической группы многогранна. Уязвимость природных популяций редких кальцефильных видов делает их объектом первоочередной важности для сохранения в культуре. Формовое разнообразие, и выраженная способность к образованию гибридов, декоративные качества дают возможность развитию селекционной работы. Ряд видов давно используется в качестве лекарственных, например, *Adonis vernalis*. Отдельные кальцефильные виды получили широкую известность как ценные пищевые растения, культивируемые в промышленных масштабах, например, *Asparagus officinalis*, а также другие виды с неплохими пищевыми качествами, как *Crambe tataria* и ряд др. Отдельные виды представляют ценность в селекции зерновых как доноры устойчивости к заболсваниям растений, например, *Aegilops cylindrica* Host [11, 12], успешно выращиваемый в Московской области. Есть ценные для засушливых регионов кормовые виды, как *Agropyron cristatum*, *Psathyrostachys juncea*.

Как показывает многолетний опыт выращивания дикорастущих видов в условиях Москвы [9] такие декоративные виды как *Adonis vernalis*, *Alyssum tortuosum*, *Androsace villosa*, *Hedysarum grandiflorum*, *Jurinea ledebourii*, *Schivereckia podolica* и мн. др. невозможно длительно сохранять в условиях обычных меловых и известняковых гор, как правило, такие виды выпадают в течение 1–2 сезонов. Применение такого эффективного метода адаптации кальцефилов как метод создания рокария-экотрона позволяет выращивать не только перечисленные виды, но и раскрывает огромный потенциал группы как источника новых в культуре растений, обладающих своеобразными декоративными качествами и подходящих для создания каменистых садов.

В условиях ЭКФ возможно проводить сравнительное изучение близких таксонов в условиях культуры, видовой статус которых по-своему толкуется разными исследователями. Например, некоторые исследователи в составе кальцефильной флоры Среднерусской возвышенности [9] отдельные виды как *Linum usranicum* рассматривают как экологическую форму *L. flavum*. Совместное выращивание их в условиях культуры может дать дополнительную информацию об устойчивости тех или иных признаков на протяжении более длительного выращивания.

Впервые в основе таких экспозиций предложено рассматривать флору бассейнов отдельных рек и у этого есть свое преимущество: на интродукционной площадке получается сформировать адекватное природным аналогам

сочетание видов. Сложность адаптации кальцефильных видов в условиях избыточного увлажнения, отсутствия подходящих субстратов и затенения убеждает в необходимости устройства особых местообитаний, которые могут частично компенсировать негативное воздействие перечисленных факторов. Распределение растений с учетом их микроразнообразия приуроченности, присущей природным экосистемам, примененное при создании ЭКФ показало наиболее оптимальный способ их адаптации.

Эстетическое восприятие большинства флористических экспозиций открытого грунта обусловлено сочетаниями растений. Использование в искусственных местообитаниях кальцефильных видов в условиях культуры подлинных образцов минералов, встречающихся в меловых отложениях, помогает также сделать акцент на сочетании растений и субстратов и обогатить экспозицию фактическим материалом об особенностях природных условий произрастания данной группы. В результате, функционирование показа экспозиции может быть существенно пролонгированным в периоды, когда процесс восприятия растений становится менее познавательным. Применение нового метода создания рокария-экотрона при создании ЭКФ дает исчерпывающий ответ на вопрос как добиваться устойчивости кальцефильных видов, опыт интродукции которых ранее признавался бесперспективным в условиях Москвы.

Список литературы

1. Культиасов М.В. Эколого-исторический метод в акклиматизации растений природной флоры СССР // Тез. докл. совещания представителей ботанических садов. М., 1952. С. 10–12.
2. Ботанико-географические экспозиции растений природной флоры. Итоги сохранения биоресурсов *ex situ*. М.: ГЕОС, 2007. 225 с.
3. Талиев В.И. Растительность меловых обнажений Южной России // Тр. О-ва испыт. природы при Харьков. Ун-те. 1904. Ч. 1. Т. 39, Вып. 1. С. 81–238.
4. Мешков А.Р. Районы флоры меловых и известняковых обнажений Среднерусской возвышенности // Ботан. журн. 1951. Т. 36, № 3. С. 249–257.
5. Мамонтов А.К., Решетникова Н.М. Дополнения к флоре Белгородской области из окрестностей пос. Вейделевка по находкам 2007 г. // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2008. Т. 113, Вып. 3. С. 77–80.
6. Керженцев А.С., Алексеева Т.Т., Алексеев А.О. и др. Экотрон – физическая модель экосистемы // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т. 19. СПб.: Гидрометеиздат, 2003. С. 157–179.
7. Мильков Ф.Н. Среднерусское Белогорье. Воронеж, 1985. 293 с.
8. Рубцов Л.И. Проектирование садов и парков. М.: Наука. 1964. 235 с.
9. Растения природной флоры в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина Российской академии наук: 65 лет интродукции М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. 657 с.

10. Трулевич Н.В. Эколого-фитоценотические основы интродукции растений. М.: Наука, 1991. 216 с.

11. Рябченко А.С., Сerezкина Г.В., Чикида Н.Н. и др. Виды *Aegilops* как источники устойчивости пшеницы к мучнисторосяной инфекции // *Агро XXI*. 2002. № 2. С. 14–16.

12. Мишина Г.И., Сerezкина Г.В., Рябченко А.С., Андреев Л.Н. Цитофизиологическая характеристика пшенично-эгилопсных линий, как источников устойчивости к мучнистой росе для мягкой пшеницы // *Агро XXI*. 2003. № 7–12. С. 80–81.

13. Радыгина В.И. Кальцефильная флора Среднерусской и Приволжской возвышенностей и некоторые вопросы ее истории: дис... д.б.н. М., 2002. 619 с.

References

1. Kultiasov M.V. Ekologo-istoricheskiy metod v akklimatizatsii rasteniy prirodnoy flory SSSR [Ecological-historical method in the acclimatization of plants of the natural flora of the USSR]. Tezisy dokladov na soveshchaniy predstaviteley botanicheskikh sadov [Abstracts of the meeting of representatives of the botanical gardens]. M., 1952. Pp. 10–12.

2. Botaniko-geograficheskie ekspozitsii rasteniy prirodnoy flory [Phytogeographical exposure of plants of the natural flora]. Itogi sokhraneniya bioresursov *ex situ* [Results of the conservation of biological resources *ex situ*]. Moscow: Publishing House «GEOS», 2007. 225 p.

3. Taliev V.I. Rastitelnost melovykh obnazheniy Yuzhnoy Rossii [Vegetation Cretaceous outcrops South Russia]. Tr. O-va ispyt. prirody pri Kharkov Un-te [Proc. About the testing Islands Nature at Kharkov. University are.], 1904. Vol. 39, № 1. Pp. 81–238.

4. Meshkov A.R. Rayony flory melovykh i izvestnyakovykh obnazheniy Srednerusskoy vozvysheynosti [Areas of flora and Cretaceous limestone outcrops Upland]. Botan. Zhurnal [Botanical journal]. 1951. Vol. 36, № 3. Pp. 249–257.

5. Mamontov A.K., Reshetnikova N.M. Dopolneniya k flore Belgorodskoy oblasti iz okrestnostey pos. Veydelevka po nakhodkam 2007 g. [Additions to the flora of the Belgorod

region from the vicinity of the village. Veidelevka findings on 2007]. Byul. MOIP. Otd. biol. [Bull. Moscow Society of Naturalists. Dep. Boil], 2008. Vol. 113, № 3. Pp. 77–80.

6. Kerzhentsev A.S., Alekseeva T.T., Alekseev A.O. i dr. Ekotron – fizicheskaya model ekosistemy [Ekotron – physical model of ecosystem]. Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem [Problems of environmental monitoring and modeling of ecosystems]. SPb.: Gidrometeoizdat, 2003, Vol. 19. Pp. 157–179.

7. Milkov F.N. Srednerusskoe Belogore [Central Russian Belogorie]. Voronezh, 1985. 293 p.

8. Rubtsov L.I. Proektirovanie sadov i parkov [Designing gardens and parks]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House «Science»], 1964. 235 p.

9. Rasteniya prirodnoy flory v Glavnom botanicheskom sadu im. N.V. Tsitsina Rossiyskoy akademii nauk: 65 let in-troduktsii [Plants of natural flora in the Main Botanical Garden of them. N.V. Tsitsin Russian Academy of Sciences: 65 Introductions]. M.: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK [Moscow: Association scientific publications KMC], 2013. 657 p.

10. Trulevich N.V. Ekologo-fitsotsenoticheskie osnovy in-troduktsii rasteniy [Ecological-phytotsenotichesky basics of plant introduction]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House «Science»], 1991. 216 p.

11. Ryabchenko A.S., Serezhkina G.V., Chikida N.N., Mishina G.N., Andreev L.N. Vidy *Aegilops* kak istochniki ustoychivosti pshenitsy k muchnistorosyanoy infektsii [Types of *Aegilops* as sources of resistance to powdery mildews wheat infection]. *Агро XXI*, 2002. № 2. Pp. 14–16.

12. Mishina G.N., Serezhkina G.V., Ryabchenko A.S., Andreev L.N. Tsitofiziologicheskaya kharakteristika pshenichno-egilopsnykh liniy, kak istochnikov ustoychivosti k muchnistoy rose dlya myagkoy pshenitsy [Cytophysiological characterization of wheat-egilopsnyh lines as sources of resistance to powdery mildew of wheat]. *Агро XXI*, 2003. № 7–12. Pp. 80–81.

13. Radygina V.I. Kalcefilnaya flora Srednerusskoy i Privolzhskoy vozvysheynostey i nekotorye voprosy ee istorii: diss... d.b.n. M., 2002. 619 p.

Информация об авторе

Мамонтов Александр Константинович, канд. биол. наук, н. с.

E-mail: veidelev@rambler.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН

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

Information about the author

Mamontov Aleksandr Konstantinovich, Cand. Sci. Biol. Researcher

E-mail: veidelev@rambler.ru

Federal State Budgetary Institution for Science Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin Russian Academy of Sciences

127276, Russian Federation, Moscow, Botanicheskaya Str., 4

В.В. Шейко

канд. биол. наук, ст. н. с.

E-mail: viktorsheiko@mail.ru

Сахалинский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Ботанический сад-институт ДВО РАН,
Южно-Сахалинск

Интродукция кольквиции прелестной (*Kolkwitzia amabilis* Graebn. – Caprifoliaceae) на юге Сахалина

Подведены итоги 20 лет интродукции на юге острова Сахалин красивоцветущего листопадного кустарника *Kolkwitzia amabilis* из монотипного рода, распространенного в Центральном Китае. Вид проявил себя, как перспективный при условии полного освещения и хорошего корневого питания. Кустарник относительно устойчив к болезням, вредителям, снежным заламам. Сильное обмерзание отмечено лишь у сеянцев. Вид характеризуется, как светолюбивый, мезофит, мезотерм, эвтроф. Цветет в середине лета, а не в мае-июне, как в природе. Возобновляется семенами и вегетативно (зеленым черенкованием). Всходы из свежесобранных семян появляются во второй половине лета следующего года. Особенностью интродукции *Kolkwitzia* на юге Сахалина является силлептическое развитие большинства побегов ветвления первого порядка у молодых растений. Сравнительно высокую зимостойкость кольквиции на Сахалине можно объяснить мощным снежным покровом.

Ключевые слова: *Kolkwitzia*, Caprifoliaceae, интродукция, перспективность, силлептические побеги, Сахалин, мощный снежный покров.

V.V. Sheiko

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: viktorsheiko@mail.ru

Sakhalin branch of Federal State Budgetary
Institution for Science Botanical Garden-Institute
of FEB RAS,
Yuzno-Sakhalinsk

The Introduction of Beauty Bush (*Kolkwitzia amabilis* Graebn. – Caprifoliaceae) in the South of Sakhalin

The results of 20 years of introduction in the south of Sakhalin Island flowering deciduous shrub *Kolkwitzia amabilis* of monotypic genus, distributed in Central China. The species distinguished himself as a promising subject to full coverage and a good root nutrition. Shrub is relatively resistant to disease, pests, snow room. Strong frost marked only the seedlings. The species is characterized as light-loving, mesophyte, mezoterm, eutrophic. It flowers in mid-summer, but not in May and June, as in nature. It reproduces by seeds and vegetatively (by green cuttings). Shoots of freshly collected seeds appear in the second half of the summer of next year. A special feature of introductions of *Kolkwitzia* in the south of Sakhalin Island is the silleptic development of the majority of the branching shoots of the first order of young plants. The relatively high winter hardiness of *Kolkwitzia* in Sakhalin can be explained by thick snow cover.

Keywords: *Kolkwitzia*, Caprifoliaceae, introduction, promising, silleptic branches, Sakhalin, thick snow cover.

Кольквиция (*Kolkwitzia* Graebn.) – монотипный род прямостоячих листопадных красивоцветущих кустарников. Единственный вид – *Kolkwitzia amabilis*, распространен на осветленных участках гор Центрального Китая на высотах 300–1300 м [1, 2]. Это прямостоячий кустарник высотой до 3 м. В конце весны – начале лета он бывает усыпан розовыми зигоморфными колокольчатыми цветками длиной 15–25 мм с оранжевым узором внутри трубки (рис. 1). Чашечка покрыта густым длинным жестким

опушением. Плоды – орехоплодные, с пылевидным семенем внутри каждого, имеют твердую деревянистую оболочку. По существу, они представляют собой переходную стадию от коробочки к орешку. Кольквиция прелестная редка в природе, но широко культивируется, начиная с 1901 г.

В системе А.Л. Тахтаджяна [3] род входит в трибу *Linnaeae* Fritsch, относящуюся к семейству Caprifoliaceae Juss., которое принадлежит к порядку *Dipsacales* Lindl.



Рис. 1. Цветущая колыквиция прелестная в ботаническом саду в Южно-Сахалинске

К этому же семейству колыквицию относят и авторы новейшей системы APG III (Angiosperm Phylogeny Group) [4]. Однако в данной системе объем семейства существенно отличается от ранее принятого, объединяя большинство бывших семейств порядка *Dipsacales* s.l. Не включенными в семейство *Caprifoliaceae* в этой системе остались лишь ранее входившие в него два семейства: *Viburnaceae* Raf. и *Sambucaceae* Batsch ex Borkh., а также ранее самостоятельное олиготипное ссм. *Adoxaceae* E. Mey. Последние два таксона теперь совмещены в одно семейство *Adoxaceae* s.l. Помимо собственно жимолостных в том объеме, в каком их понимает А.Л. Тахтаджян, в одно семейство с колыквицией в этой новейшей системе входят бывшие самостоятельные семейства *Morinaceae* J.G. Agardh., *Valerianaceae* Batsch., *Dipsacaceae* Juss. и *Triplostegiaceae* (Hock) Bobrov ex Airy Shaw, представленные, как правило, травянистыми жизненными формами. Авторы предыдущей системы APG II (Angiosperm Phylogeny Group) [5] относили колыквицию к семейству *Linnaeaceae* (Raf.) Backlund 1998, объем которого представляет собой сокращенный вариант трибы *Linnaeae*. Это семейство включает рода *Kolkwitzia*, *Dipelta* Maxim., *Abelia* s.l. и *Linnaea* Gronov. ex L., из которых все, кроме абелии, – это олиго- и монотипные рода. Наиболее близок к колыквиции олиготипный род *Dipelta*, который, как и *Kolkwitzia*, является эндемом Центрального Китая. В обеих упомянутых системах APG порядок *Dipsacales* входит в кладу *Euasterids* (Campanulids), тогда как А.Л. Тахтаджян [3] включал его в подкласс *Rosidae*.

В Сахалинском филиале ФГБУН Ботанического сада-института ДВО РАН (СахБС) работы по интродукции колыквиции прелестной ведутся с 1994 г. Испытывались 11 образцов, поступивших из ботанических садов США, Канады, Венгрии, Чехии, Дании, Эстонии, Украины, Белоруссии, а также из российского Барнаула. Кроме того, получены сеянцы собственной репродукции. Плоды, не вскрывая околоплодник, сеяли на глубину 0,5 см. Свежесобранные плоды сеяли в сентябре без предпосевной обработки и оставляли в условиях естественного для юга

Сахалина температурного режима. Весенний посев проводили как сухими семенами, так и после двух разных вариантов предпосевной обработки. Первый из них – предварительное замачивание плодов в течение суток в слабо розовом растворе $KMnO_4$. Второй вариант: 1,5–2-месячная холодная стратификация (в соответствии с рекомендациями: [6]). В дальнейшем вазоны с посевами от 1 до 2,5 месяцев находились в помещении с температурой +15–20 °С, а в начале июня их выносили на открытый воздух.

Весенний посев без предварительной обработки результата не дал. У обработанных семян всхожесть сильно варьировала в зависимости, прежде всего, от их качества. При сравнении методик на примере одного и того же образца (из Никитского ботанического сада) замачивание в растворе $KMnO_4$ дало по всхожести втрое лучший результат, чем 2-х месячная холодная стратификация. Выше была и скорость прорастания. Так, первые всходы после замачивания были отмечены спустя 44 дня и продолжали появляться на протяжении 3 месяцев. После стратификации в том же образце всходы появились лишь через 59 суток, продолжая прорастать еще 24 дня. Затем, после 2-х месячного перерыва, взошли еще 28 % семян. В другом образце, из Дании (Орхус), путем замачивания удалось достичь еще более раннего прорастания, чем при аналогичном испытании крымских семян, – через 19 дней после посева. Стратификацию для этого образца не испытывали. Свежесобранные семена сахалинской репродукции, посеянные 8 сентября и перенесшие зимовку под снегом, начали всходить 23 июля следующего года – в период наиболее высоких температур. Всхожесть составила 20 %.

Прорастание семян колыквиции надземное. Высота всходов около 5 мм. Первая пара настоящих листьев начинает формироваться на 4–12 день. Рост первичного побега отмечен на 15 день развития семян. За сезон развивается до 7 пар листьев, растения могут достичь высоты 17 см. Сеянцы из свежесобранных семян, появившиеся в конце июля, достигли к осени высоты 1,2–1,7 см и сформировали до 4 пар настоящих листьев. Ветвление у наиболее развитых экземпляров происходит осенью первого года жизни, у остальных – на следующий или последующий годы. Семядольные листья у образцов весеннего посева увядают осенью, а в случае осеннего посева – в мае следующего после прорастания года. Рост первичного побега у растений, взошедших в первую половину лета, завершается в начале осени, а у позднейюльских всходов нередко прерывается заморозками. К концу сезона главный стебель одревесневает от 75 до 100 % (у семян, появившихся в конце июля, – на 30–75 %). Под снежным укрытием годовалые сеянцы зимуют либо без повреждений, либо с обмерзанием верхушки, реже обмерзает более половины первичного побега.

К концу второго год высота растений, выращенных после весеннего посева, варьирует от 17 до 44 см. Они не успевают к осени завершить рост, одревесневают на 80 % и обмерзают, в зависимости от условий, от 2 до 5 баллов по 7-и балльной шкале П.И. Лапина и С.В. Сидневой [7]. На третий год кустарники достигают высоты 45–90 см,

завершают рост в начале осени, их побеги одревесневают на 80 %. Зимостойкость в этом возрасте составляет 2, реже 3 балла, лишь в аномально малоснежную зиму – 5 баллов. Обмерзания первых лет жизни компенсируются обильной порослью. Темп роста сеянцев по шкале Н.В. Рябовой и Э.Н. Зуевой [8] – средний.

Помимо семенного размножения, испытано зеленое черенкование в июле. В условиях избыточно-влажного климата юга Сахалина приблизительно одинаковый результат дало испытание как под пленкой в торфо-песочной смеси, так и в открытом парнике с торфо-песочно-перегнойным субстратом при трехразовом поливе. Укореняемость составила в среднем около 40 % (иногда – до 80 %), что соответствует литературным данным [6]. Развитие новых побегов начиналось к концу первого месяца после начала эксперимента. Вопреки тем же литературным данным, не получено достоверного подтверждения преимущества в черенковании (тем более значительного) побегов ветвления перед побегами формирования. Зимовку в условиях открытого грунта укорененные черенки переносят плохо, требуется их перенос в отапливаемое помещение.

Генеративного возраста кольквиция на юге Сахалина достигает к 6 годам. Феноспектр сезонного ритма приведен на рис. 2. В привязке к сезонному ритму местной

дендрофлоры *Kolkwitzia amabilis* можно охарактеризовать, как кустарник со средними сроками начала и поздним завершением как вегетации, так и роста побегов формирования. Следует сделать оговорку, что с возрастом сроки завершения вегетации смещаются в среднюю группу. Годичный прирост побегов формирования может достигать 150–180 см, высота растений в целом – 2,5 м. Приблизительно таким же бывает диаметр кроны. Кольквиция – ярусный кустарник (по классификации: Мазуренко, Хохряков [9]), продолжительность основного цикла в условиях Сахалина – 4 года. Побегообразовательная способность очень высокая: на одном побеге формирования образуются десятки побегов ветвления первого порядка (средний показатель, в зависимости от условий, варьирует от 16 до 54). У молодых растений большинство побегов формирования и побегов дополнения ветвятся силлептически. С возрастом такая способность сохраняется лишь у некоторых побегов дополнения. М.Т. Мазуренко и А.П. Хохряков [9] не отмечали подобного явления у растений в Батуми. На юге Сахалина, наоборот, такое «взрывное» побегообразование, не типичное для тех же растений в других регионах, неоднократно наблюдалось нами у многих видов жимолости (преимущественно южного происхождения). У кольквиции степень одревеснения побегов ветвления первого порядка, а также побегов формирования и

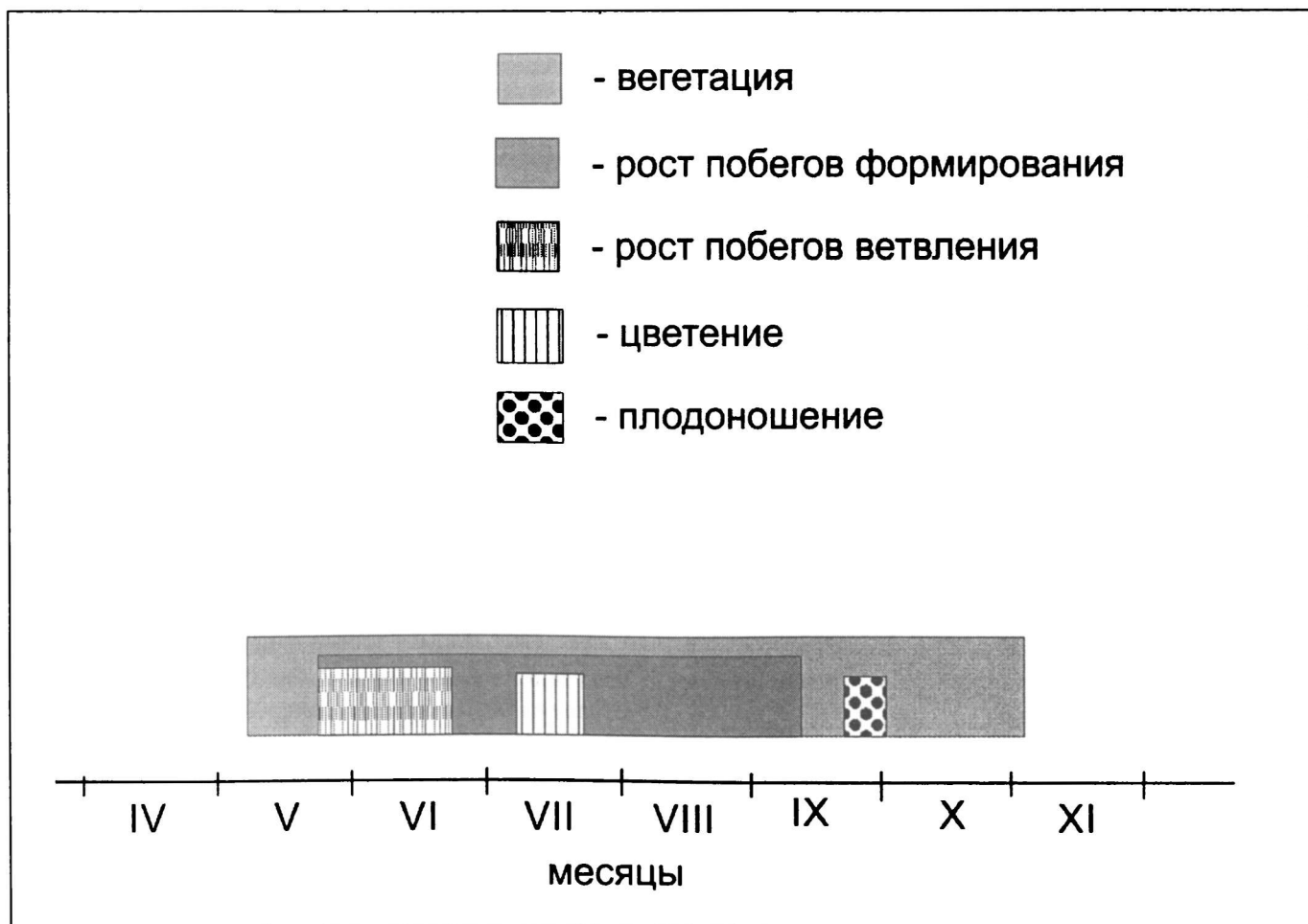


Рис. 2. Феноспектр сезонного развития *Kolkwitzia amabilis* на юге Сахалина

дополнения – 90–100 %. Побеги ветвления второго порядка одревесневают полностью. Зимостойкость кустарника 1–2 балла. J. Tucker [10] считает кольквицию перспективной максимум для зоны морозостойкости V, где среднее значение ежегодной минимальной температуры варьирует в пределах от –23.3 до –28.9 °С. Температурные условия Южно-Сахалинска незначительно выходят за эту границу, соответствуя южному пределу более холодной зоны IV. Однако мощный снежный покров компенсирует температурные контрасты, поскольку основная часть кроны кустарника зимует, как правило, под снегом.

Цветки кольквиции собраны в верхушечные метельчатые соцветия. По данным М.Т. Мазуренко и А.П. Хохрякова [9], соцветия формируются на верхушках побегов в год их отрастания. Согласно нашим результатам, уже к осени в терминальных почках закладываются зачатки соцветий с флоральной меристемой. К моменту набухания почек у зачатков цветков дифференцированы прицветнички. Цветение начинается в начале июня и длится около 20 дней. В природных условиях Центрального Китая оно происходит не в июле, а в мае–июне [2]. Степень цветения и плодоношения находится в сильной зависимости от внешних условий. *Kolkwitzia amabilis* можно охарактеризовать, как светолюбивый, мезофит, мезотерм, эвтроф. В условиях полного освещения и умеренно плодородной почвы удалось достичь лишь хорошей (4 балла) степени цветения (рис. 1) и слабой (2 балла) степени плодоношения по 5-и балльной шкале Б.И. Иваненко [11]. При этом абсолютное большинство плодов недоразвиты. Но даже в таких условиях декоративность растения во время цветения можно оценить, как высокую. Мы не испытывали кольквицию на южной экспозиции, где можно прогнозировать значительно лучший результат.

К болезням и вредителям вид достаточно устойчив. Лишь поздно появившиеся всходы частично поедаются слизняками, численность которых возрастает во второй половине лета. Кроме того, в условиях затенения листья поражаются некротическими пятнами рыжего цвета. Вызывающий пятнистость паразит (вероятно, гриб) не исследовался. Повреждения снеголомами, представляющие серьезную проблему для многих деревьев и кустарников на Сахалине, у кольквиции единичны.

Итоги интродукции на Сахалине показали несколько лучший результат, чем аналогичные испытания в Москве [12], относимой к пятой, более теплой зоне зимостойкости [13]. Там зимостойкость кольквиции варьирует от 2 до 3 баллов, а семена не всхожие. В Тарту, находящемся в той же зоне, зимостойкость составляет 1–3 балла, в Киеве и Днепропетровске (юг зоны V) – 1 балл [14].

Таким образом, кольквицию прелестную можно рассматривать, как вид, вполне перспективный для юга Сахалина при условии обеспечения хорошего корневого питания и полной освещенности. Группа перспективности (при соблюдении названного условия) – I. Можно рекомендовать кустарник для использования в озеленении в качестве высокодекоративного солитера на солнечных защищенных местах.

Список литературы

1. Hu J.-q. *Kolkwitzia* Graebn. // Flora Republicae Popularis sinicae. Delectus florum Republicae Popularis sinicae. Beijing, 1988. Vol. 72. Pp. 114–116.
2. Yang Q., Landrein S. 17. *Linnaeaceae* S.F. Gray. // Flora of China. FOC Vol. 19. 2012. Pp. 642–647. Код доступа: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=200022269.
3. Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. Л.: Наука, 1987. 439 с.
4. Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III // Botanical Journal of the Linnean Society. 2009. Vol. 161. № 2. Pp. 105–121. Код доступа: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x/full>.
5. Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II // Botanical Journal of the Linnean Society. 2003. Vol. 141, Pp. 399–436. Код доступа: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1095-8339.2003.t01-1-00158.x/pdf>.
6. Чаховский А.А., Бурова Э.А., Орленок Е.И., Гусарова Л.П. Красивоцветущие кустарники для садов и парков (Справочное пособие). Минск: Урожай, 1988. 144 с.
7. Лапин П.И., Сиднева С.В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений // Опыт интродукции древесных растений. М.: ГБС АН СССР, 1973. С. 7–67.
8. Рябова Н.В., Зуева Э.Н. Совершенствование ассортимента древесных растений в московских питомниках и вопросы выращивания // Древесные растения, рекомендуемые для озеленения Москвы. М.: Наука, 1990. С. 49–53.
9. Мазуренко М.Т., Хохряков А.П. Структура и морфогенез кустарников. М.: Наука, 1977. 160 с.
10. Tucker J. July: Beauty Bush: *Kolkwitzia amabilis* // Santa Fe Botanical Garden, 2011. Код доступа: <http://www.santafebotanicalgarden.org/july-2011/>.
11. Иваненко Б.И. Фенология древесных и кустарниковых пород. М.: Наука, 1962. 184 с.
12. Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН: 60 лет интродукции. М.: Наука, 2005. 586 с.
13. Зоны зимостойкости // Ландшафтное искусство. 2003–2015. Код доступа: <http://www.landy-art.ru/zones.html>.
14. Артюшенко З.Т. Род 4 Дипельта – *Dipelta* Maxim.; Род 5 Абелия – *Abelia* R. Br.; Род 6 Линнея – *Linnaea Gronov* ex L.; Род 7 Кольквиция – *Kolkwitzia* Graebn. // Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1962. Т. 6. С. 204–211.

References

1. Hu J.-q. *Kolkwitzia* Graebn. // Flora Republicae Popularis sinicae. Delectus florum Republicae Popularis sinicae. Beijing, 1988. Vol. 72. Pp. 114–116.

2. Yang Q., Landrein S. 17. *Linnaeaceae* S.F. Gray. // Flora of China. FOC Vol. 19. 2012. Pp. 642–647. http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=200022269
3. Takhtajan A.I. Sistema Magnoliofitov [System of Magnoliophytes]. L.: Nauka [Leningrad: Publishing house «Science»], 1987. 439 p.
4. Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III // Botanical Journal of the Linnean Society. 2009. Vol. 161. № 2. Pp. 105–121. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x/full>
5. Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II // Botanical Journal of the Linnean Society. 2003. Vol. 141, Pp. 399–436. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1095-8339.2003.t01-1-00158.x/pdf>
6. Chakhovskiy A.A., Burova E.A., Orlenok E.I., Gusarova L.P. Krasivotsvetushchie kustarniki dlya sadov i parkov (Spravochnoe posobie) [Flowering shrubs for gardens and parks (Reference Guide)]. Minsk: Urozhay [Minsk: Publishing House «Harvest»], 1988. 144 p.
7. Lapin P.I., Sidneva S.V. Otsenka perspektivnosti introduktsii drevesnykh rasteniy po dannym vizualnykh nablyudeniy [Estimation of prospects of introduction of woody plants according to visual observations]. Opyt introduktsii drevesnykh rasteniy (Sbornik nauchnykh rabot) [Experience of introduction of woody plants (collection of scientific papers)]. M.: GBS AN SSSR [Moscow: Central Botanical Garden of the Academy of Sciences of the USSR], 1973. Pp. 7–67.
8. Ryabova N.V., Zueva E.N. Sovershenstvovanie assortimenta drevesnykh rasteniy v moskovskikh pitomnikakh i voprosy vyrashchivaniya [Improving the range of woody plants in the Moscow nurseries and growing questions]. Drevesnye rasteniya, rekomenduemye dlya ozeleneniya Moskvy [Woody plants are recommended for planting in Moscow]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House «Science»], 1990. Pp. 49–53.
9. Mazurenko M.T., Khokhryakov A.P. Struktura i morfogenez kustarnikov [Structure and Morphogenesis of Bushes]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House «Science»], 1977. 160 p.
10. Tucker J. July: Beauty Bush: *Kolkwitzia amabilis* // Santa Fe Botanical Garden, 2011. <http://www.santafebotanicalgarden.org/july-2011/>
11. Ivanenko B.I. Fenologiya drevesnykh i kustarnikovykh porod [Phenology of trees and shrubs]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House «Science»], 1962. 184 p.
12. Drevesnye rasteniya Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Tsitsina RAN: 60 let introduktsii [Woody plants of the Central Botanical Garden named. N.V. Tsitsin RAS: 60 years of Introductions]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House «Science»]. 2005. 586 p.
13. Zony zimostoykosti [Hardiness zones] // Landshaftnoe iskusstvo [Landscape Art]. 2003–2015. <http://www.landy-art.ru/zones.html>
14. Artyushenko Z.T. Rod 4 Dipelta – *Dipelta* Maxim; Rod 5 Abeliya – *Abelia* R. Br.; Rod 6 Linneya – *Linnaea* Gronov ex L.; Rod 7 Kolkvitsiya – *Kolkwitzia* Graebn. [The Genus 4 Dipelta – *Dipelta* Maxim; The Genus 5 Abelia – *Abelia* R. Br.; The Genus 6 Linnaea – *Linnaea* Gronov ex L.; The Genus 7 Beauty bush – *Kolkwitzia* Graebn.]. Derevyia i kustarniki SSSR. Dikorastushchie, kultiviruemye i perspektivnye dlya introduktsii [Trees and shrubs of the USSR. Wild, cultured and promising for introduction]. M.-L.: Izd-vo AN SSSR [Moscow-Leningrad: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR]. Vol. 6. Pp. 204–211.

Информация об авторе

Шейко Виктор Витальевич, канд. биол. наук, ст. н. с.
E-mail: viktorsheiko@mail.ru

Сахалинский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ботанический сад-институт ДВО РАН

693023, Российская Федерация, г. Южно-Сахалинск, ул. Горького, д. 25

Information about the author

Sheiko Viktor Vitalevich, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: viktorsheiko@mail.ru

Sakhalin branch of Federal State Budgetary Institution for Science Botanical Garden-Institute of FEB RAS

693023, Russian Federation, Yuzhno-Sakhalinsk, Gorkogo Str., 25

А.В. Ена

д-р биол. наук, зав. кафедрой

E-mail: an.yena@gmail.com

ФГАОУ ВО Крымский федеральный университет

им. В.И. Вернадского,

Симферополь

Л.И. Улейская

канд. биол. наук, ст. н. с.

Государственное бюджетное учреждение

Республики Крым Ордена Трудового Красного Знамени

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр,

Ялта

Специфика и классификация сортов плюща обыкновенного (*Hedera helix* L.)

Мировой сортимент плюща насчитывает до 750 сортов, из которых в открытом грунте в Республике Крым выращивается около 200. При культивировании, селекции и сортоизучении *H. helix* необходимо учитывать ряд специфических черт его роста, развития и изменчивости. В частности, получение новых сортов плюща связано сугубо с отбором спортов, большинство из которых относится к ювенильной форме, а их признаки нестойки и сильно варьируют.

Ключевые слова: плющ, интродукция, сортоизучение, Крым.

A. V. Yena

Dr. Sci. Biol., Head of Department

E-mail: an.yena@gmail.com

FSBE Institution Federal Crimean University

named after V.I. Vernadsky,

Simferopol

L.I. Uleiskaya

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

Federal State Budgetary Institution

for Science Nikitsky Botanical Garden,

Yalta

Specifics and Classification of Grades Ivy (*Hedera helix* L.)

World assortment of ivy runs 750 cultivars, 200 of them are grown outdoor in the Crimea. There are several specific peculiarities relevant to ivy growth, development and variability that should be taken into account when cultivate, select and testing its strains. Among others, new ivy cultivars are obtained only via sport selection with their characters unstable and variable.

Keywords: *Hedera*, introduction, cultivars, Crimea.

Род Плющ (*Hedera* L.) принадлежит к семейству аралиевых (Araliaceae Juss.) и насчитывает 13 видов, 3 подвида и 4 разновидности с евразийским распространением [1]. Плющ обыкновенный (*Hedera helix* L.) имеет обширный европео-средиземноморский ареал, охватывающий территорию от Атлантической до Восточной Европы и от Южной Скандинавии до Южной Европы, Малой Азии и Кавказа [2]. Он широко применяется в вертикальном озеленении и топиарном

искусстве, в качестве почвопокровного растения, горшечной культуры, а также как элемент букетов и композиций.

В Западной Европе и США существуют давние традиции селекции и сортоизучения *H. helix* [3, 4]. Мировое разнообразие культиваров рода *Hedera*, подавляющее большинство которых относится к *H. helix*, достигает по разным оценкам от 400 [5] до 500 [6] и даже 750 [7].

H. helix - аборигенное растение природной флоры Крымского полуострова [8] и поэтому весьма перспективен здесь в культуре. В открытом грунте на территории Республики Крым выращиваются около 200 сортов этого вида. При культивировании, селекции и сортоизучении *H. helix* необходимо учитывать некоторые специфические черты его роста, развития и изменчивости.

Прежде всего, следует принять во внимание уникальную онтогенетическую особенность *H. helix*, заключающуюся в длительном, исчисляющемся порой десятилетиями, существовании ювенильной формы вида с плагитропным направлением роста побегов и пальчатыми листьями со светлыми жилками. Генеративная форма с ортотропными побегами без придаточных корней и яйцевидными или сердцевидными (но не пальчатыми) листьями без осветленных жилок образуется поздно, по нашим наблюдениям – как минимум по достижении растением 30–40 летнего возраста.

подавляющее большинство сортов *H. helix* относится именно к ювенильной форме. Если какой-либо сорт *H. helix* достигает генеративной стадии, он может получить в коллেকциях новую квалификацию путем добавления к названию сорта обозначения **A**, слов **Adult** или **Arborescens**. В сравнительно немногих случаях генеративные формы заслуживают статуса нового сорта ('Deer Freeze', 'Garnet', 'Iceberg' и др.). Описываются также относительно нестойкие промежуточные субгенеративные (Sub-Adult; Semi-Arborescens) формы [9] с признаками, промежуточными между ювенильными и генеративными растениями ('Pedata' Semi Arborescens, 'Frodo'). У единичных сортов (например, 'Little Diamond') такие признаки (включая яйцевидно-ромбические листовые пластинки и склонность к ортотропному росту) вполне стабильны [10].

Отдельно следует отметить существование сортов ювенильных растений со строго прямостоячими, как у взрослых форм, побегами ('Congesta', 'Conglomerata', 'Erecta'). В данном случае листья остаются пальчатыми, продолжают формироваться придаточные корни, а ортотропное положение стебля обеспечивается укороченными междоузлиями.

Получение новых сортов *H. helix* связано не с гибридизацией, а исключительно с отбором спонтанных вегетативных (соматических, почковых) мутаций – спортов. Только в последнее время несколько сортов были получены традиционным путем, т.е. в результате перекрестного опыления разных Adult-форм ('Stochet', 'Goldfinch', 'Rotunda' и др.).

Диапазон морфологической изменчивости листьев у *H. helix* и его сортов намного выше, чем у других декоративно-лиственных растений и у близких сортов могут перекрываться столь сильно, что лишь длительное совместное их выращивание дает основание для выводов о сортовой принадлежности особей (например, такие пары сортов, как 'Ceridwen' и 'Gold

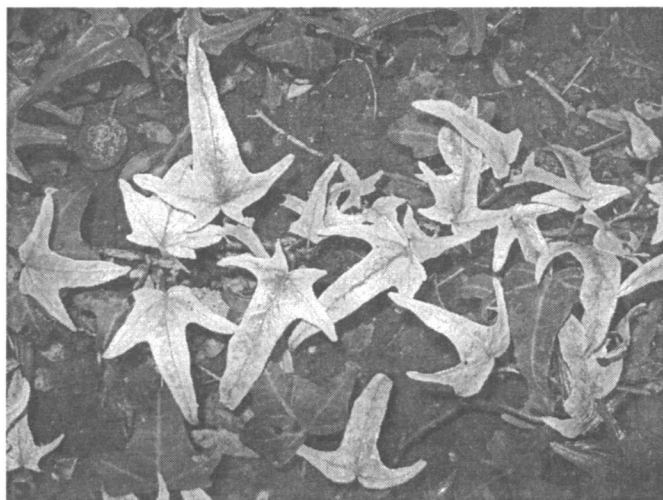
Child', 'Parsley Crested' и 'Curly Locks'). Данная проблема усугубляется отсутствием у ювенильных растений *H. helix* периода покоя (рост прекращается только при летних температурных максимумах и зимних минимумах), и, таким образом, варибельность бывает усилена сезонной динамикой температур. К тому же растения одного сорта, выращенные в открытом и закрытом грунте, приобретают существенные морфологические отличия, о которых коллекционеры специально делают оговорки.

Необходимо также иметь в виду химерную природу многих сортов *H. helix*, которая даже при стабильных условиях выращивания усугубляет нестойкость признаков и часто сопровождается частичным или полным расхимериванием. Такие культивары, как 'Minty' и 'Kolibri' демонстрирует большое разнообразие вариантов расхимеривания со смещением степени участия основных «сортообразующих» тканей листа темно-зеленого, светло-зеленого и белого цвета; при этом также наблюдается варьирование формы листовой пластинки от пятилопастной к трехлопастной и сердцевидной.

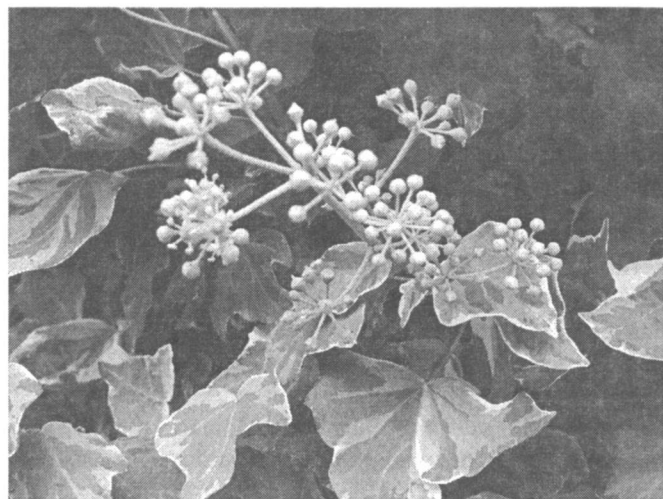
В ряде случаев имеет место имманентная сортовая гетерофиллия, т.е. чередование признаков листа у одного и того же сорта (в пределах ювенильной возрастной формы), когда периодически исчезает и появляется вновь пестролистность ('Buttercup', 'Caecilia', 'Flashback', 'Frosty', 'Harlekijn', 'Snow Cap' и др.) или сменяют друг друга генерации листьев с разными по форме пластинками ('Anna', 'Brokamp', 'Green Finger', 'Mariposa', 'Spetchley', 'Surprise', 'Tamara' и др.). При этом причины чередования признаков остаются не совсем ясны.

Генеративные особи *H. helix* также демонстрируют фенологическую лабильность (могут цвести и плодоносить повторно в том же году) и часто дают побеги с сильно отличающимися от стандарта листьями [10]. Плющ принадлежит к тем декоративным растениям, цветки которых с их малозаметным зеленым околоцветником практически не представляют эстетической ценности. Некоторую декоративность генеративным особям плюща придают их плоды. Почти всегда они имеют фиолетово-черную окраску, однако у некоторых форм встречаются белые (*H. helix* var. *leucocarpa* Seem.) и желто-оранжевые (*H. helix* f. *poetarum* (Nicotra) McAll. et A. Rutherford.). К сожалению, морфологическое разнообразие генеративной сферы сортов *H. helix* на этом заканчивается.

Сорта *H. helix*, как и у многих других декоративных растений, могут объединяться в группы. Согласно концепции S.M. Sulgrove [11], стабильные культивары *H. helix*, морфологически наиболее близкие к определенному сорту, сводятся в группу, носящую имя этого сорта, например, 'California'-group, 'Glacier'-group, 'Pittsburgh'-group. Сорта, входящие в группу, слегка отличаются друг от друга некоторыми признаками



'Lightfinger' (фото Я.А. Ена)



'Glacier'

(в том числе особенностями пестролистности, величиной листовой пластинки, энергией роста, степенью ветвистости и т.п.) но вместе с тем определенно напоминают именно данный сорт, хотя и не обязательно генетически близки к нему.

Нынешний президент Американского Общества Плюща (AIS) S.W. Pierot [12] предложила



'Mariposa'

классификацию сортов плюща, получившую широкое признание в мире (табл.). Несмотря на некоторую плакатность, она позволяет довольно ясно распределить все морфологическое разнообразие сортов на девять групп.

Для достижения более точной морфологической квалификации символы (обозначения сортовых групп) комбинируют, например, M,V ('Jubilee'); V,I ('Glacier'); M, BF ('Duckfoot'); M,V,BF ('Lady Frances'). Пожалуй, только группы F, C, H, A и отчасти BF отличаются целостностью архетипа, однако

Таблица. Классификация сортов плюща С. Пьеро (Pierot, 1995)

Группа (англ.)	Символ	Группа (рус.)	Примеры сортов
Variegated Ivies	V	Пестролистные	'Adam', 'Calico', 'Eva', 'Fantasia', 'Masquerade', 'Minty', 'Ria'
Bird's Foot Ivies	BF	Птичьи Лапки	'Anke', 'Asterisk', 'Maple Leaf', 'Mariposa', 'Marie Luise'
Fans	F	Вееролистные	'Ate', 'Fan', 'Cora', 'Filigran', 'Perkeo', 'Pink and Curly'
Curlies	C	Курчавые	'Caecilia', 'Clotted Cream', 'Fredrick', 'Harlekijn', 'Sea Breeze'
Heart-shapes	H	Сердцевидные	'Anna', 'Mein Herz', 'Steffi', 'Ovata', 'Teardrop', 'Tamara'
Ivy-Ivies	I	Типичные	'Atropurpurea', 'Baltica', 'Dark Pittsburgh', 'Gracilis', 'Ireland'
Miniatures	M	Миниатюрные	'Anita', 'Duckfoot', 'Jessica', 'Jubilee', 'Peter Pan', 'Topazolite'
Adult	A	Взрослые	'Arborescens', 'Deep Freeze', 'Garnet', 'Iceberg', 'Peppermint'
Oddities	O	Необычные	'Manda's Monstrose', 'Patent Leather', 'Triton', 'Very Merry'

культивары с ланцетными листьями ('Brokamp', 'Hester' и др.) можно отнести к ВF с большой натяжкой. Принадлежность к V-группе никак не раскрывает характер пестрого рисунка листовой пластинки, а в категорию «О» попадают сорта, кажущиеся необычными по абсолютно различным причинам. Ivy-Ivies часто оказываются т.н. географическими расами или экотипами ('Baltica', 'Griechenland', 'Yalta' и др.); это скорее «законсервированная иллюзия сорта», т.к. их отличия практически неуловимы.

Вместе с тем, в сортоизучении *H. helix* остается множество проблем, относящихся к гуманитарной сфере. Большие исторические паузы в развитии гедеристики привели к потере или невозможности идентификации ряда старинных сортов. Даже происхождение некоторых современных сортов не поддается отслеживанию. В садовых каталогах периодически сообщается о неизвестных ранее сортах плюща без каких-либо пояснений об их возникновении, без описания и дальнейшего предъявления растений. Огромную путаницу вносят иные коммерческие питомники, которые порой не следят за соответствием сортовых названий выращиваемому материалу и даже намеренно изменяют их с целью увеличения прибыли.

Остается отметить, что наиболее полным справочным ресурсом по гедеристике сегодня является сайт Немецкого Общества Плюща [13]. Благодаря усилиям президента Общества – Андреаса Хёнсмана и его коллег мы имеем возможность ознакомиться более чем с 1400 богато иллюстрированными статьями как о признанных сортах плюща, так и о сомнительных, а также еще не зарегистрированных сортах.

Список литературы (References)

1. Green A.F., Ramsey T.S., Ramsey J. Phylogeny and Biogeography of Ivies (*Hedera* spp., Araliaceae), a Polyploid Complex of Woody Vines // *Systematic Botany*. 2011. Vol. 36, № 4. Pp. 1114–1127.
2. Цвелев Н. Н. Сем. 118. Araliaceae Juss. – Аралиевые // *Флора Вост. Европы*. М.: КМК, 2004. Т. 11. С. 309–315.
2. Tsvelev N.N. Sem. 118. Araliaceae Juss. // *Flora Vostochnoi Evropu [Flora of Eastern Europe]* Moskva: KMK, [Moscow:KMK Publishing House]. 2004. Vol. 11. Pp. 309–315.
3. Hibberd.
4. Hatch, L.C. The IvyFile. Cultivar.org. New Ornamentals Society, Raleigh, North Carolina. 2010 onwards // www.cultivar.org.
5. <http://www.fibrex.co.uk/>.
6. Sulgrove S. M. Is Ivy Invasive? What's Known about Ivy // *Ivy Journal*. 2004. Vol. 30. Pp. 5–71.
7. <http://www.efeuergarten.de/> (Mario Hollmann).
8. Ена А. В. Природная флора Крымского полуострова. Симферополь: Н. Орианда, 2012.
8. Ena A.V. Prironaia flora Krumnskogo poluostrova. [Native flora of the Crimea Peninsula] Sipferopol: N.Orianda,[Simferopol:N.Orianda Publishin House]. 2012.
9. Benyei-Himmer M. Development stages of ivy (*Hedera helix* L.), its growth phases, transitions, and characteristics of stages // *Publicationes Universitatis Horticulturae Industriaeque Alimentariae*. [Budapest], 1999. Vol. 69. Pp. 20–27.
10. Coon C.L. All about Adult Ivies: An Overview // *Ivy Journal*. 2001. Vol. 27. Pp. 24–35.
11. Sulgrove S. M. The Group Concept in Ivies (*Hedera*) // *Ivy Journal*. 1995. Vol. 21. Pp. 60–65.
12. Pierot S. W. The Ivy Book. The Growing and Care of Ivy. New York: Garden by the Stream, 1995.
13. <http://efeu-ev.org/> (Deutsche Efeu-Gesellschaft).

Информация об авторах

Ена Андрей Васильевич, д-р биол. наук, зав. кафедрой
E-mail: an.yena@gmail.com
ФГАОУ ВО Крымский федеральный университет
им. В.И. Вернадского,
295492, Российская Федерация, Республика Крым,
г. Симферополь, пгт. Аграрное
Улейская Людмила Ивановна, канд. биол. наук, ст. н. с.
Государственное бюджетное учреждение Республики Крым
Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический
сад – Национальный научный центр (ГБУ РК «НБС-ННЦ»
298648, Российская Федерация, Республика Крым,
г. Ялта, пгт. Никита

Information about the authors

Yena Andrey Vasilievich, Dr. Sci. Biol.
E-mail: an.yena@gmail.com
Federal State Budgetary Educational Institution Federal
Crimean University named after V.I. Vernadsky
295492, Russian Federation, Crimea Republik, Simferopol,
Urban Village Agrarnoe
Uleiskaya Ludmila Ivanovna, Cand. Sci. Biol., Senior
Researcher
Federal State Budgetary Institution for Science Nikitsky
Botanical Garden
298648, Russian Federation, Crimea Republik, Yalta,
Urban Village Nikita

Правила рассмотрения статей

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 табуляций, 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, имеющиеся 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 (<https://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 улицы дается транслитерацией. Список литературы следует оформлять в соответствии с Международными стандартами:

ПРАВИЛА РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ СТАТЕЙ

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

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

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.

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).

Автору (ам) редакция направляет копии рецензии без указания личности рецензента.

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 представления автором документальных доказательств и т.д.