

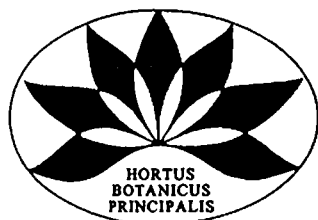
ISSN: 0366-502X

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

4/2017

(Выпуск 203)





БЮЛЛЕТЕНЬ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

4/2017 (Выпуск 203)

ISSN: 0366-502X

СОДЕРЖАНИЕ

ИНТРОДУКЦИЯ И АККЛИМАТИЗАЦИЯ

Мартынов Л.Г.

Интродукция клена на европейском северо-востоке России.....3

Семенова Е.И., Корнеев Ю.С., Сахарова С.Г.

Некоторые аспекты адаптации интродуцированных низкорослых видов рододендрона в Санкт-Петербурге 11

Фирсов Г.А., Калугин Ю.Г.

Древесные растения экспозиции «японский сад» в ботаническом саду Петра Великого17

Данилова Ю.С., Данилова Е.С., Каштанова О.А., Ткаченко О.Б.

Итоги акклиматизации зарубежных сортов хмеля обыкновенного (*Humulus lupulus* L.) в Северо-Восточном регионе России.....26

АНАТОМИЯ, МОРФОЛОГИЯ

Васильева О.Г., Коновалова Л.Н.

Морфологические особенности вегетативных почек и регенерационный потенциал в культуре *in vitro* представителей рода *Rhododendron* L.33

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Келдыш М.А., Червякова О.Н.

К вопросу о трансформации ареалов вредных организмов42

Селочник Н.Н.

О микробиоте дубрав московских парков и лесопарков48

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ

Рупасова Ж.А., Яковлев А.П., Василевская Т.И.Н.Б. Криницкая, Белый П.Н., Николайчук А.М., Жданец С.Ф., Козырь О.С., Лиштван И.И.

Влияние погодных условий на биохимический состав плодов клюквы крупноплодной (*Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers) на рекультивируемом участке торфяной выработки в Беларуси.....60

Бадришвили Р.А.

Содержание микроэлементов в надземной части *Festuca arundinacea* Shreb.(Poaceae) в связи с условиями выращивания.....69

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Ткачева Е.В.

Научное наследие А.К. Скворцова через призму базы данных web of science ..77

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
Бондорева И.А. доктор биол. наук, Россия
Виноградова Ю.К. доктор биол. наук, Россия

**Горбунов Ю.Н. доктор биол. наук,
(зам. гл. редактора), Россия**

Иманбаева А.А. канд. биол. наук, Казахстан
Молканова О.И. канд. с/х наук, Россия

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

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

Романов М.С. канд. биол. наук, Россия
**Семихов В.Ф. доктор биол. наук, проф.
Россия**

Ткаченко О.Б. доктор биол. наук, Россия
**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
Ивашкин Д.Г.

Адрес редакции:
107258, Москва,
Алымов 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: bul_mbs@mail.ru
bulletinbotanicalgarden@mail.ru

Подписано в печать 23.11.2017 г.
Формат 60х88 1/8. Бумага офсетная

Печать офсетная. Усл.-печ. л. 12,4.

Уч.-изд. л. 14,5. Заказ № 875

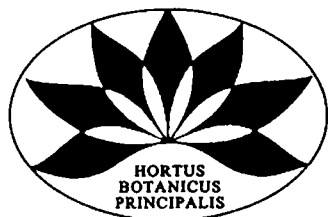
Тираж 300 экз.

Оригинал-макет и электронная
версия подготовлены
ООО «Научтехлитиздат»

Отпечатано в типографии
ООО «Научтехлитиздат».

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

www.tgizd.ru



BULLETIN MAIN BOTANICAL GARDEN

4/2017 (Выпуск 203)

ISSN: 0366-502X

CONTENTS

INTRODUCTION AND ACCLIMATIZATION

Martynov L.G.

Introduction of maple into European Northeast of Russia.....3

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

Some aspects of adaptation of dwarf *Rhododendron* species introduced into Saint-Petersburg.....11

Firsov G.A., Kalugin Yu.G.

Woody plants in the exposition «Japanese Garden» in the Botanic Garden of Peter the Great.....17

Danilova Yu.S., Danilova E.S., Kashtanova O.A., Tkachenko O.B.

The results of the acclimatization of foreign varieties of hop (*Humulus lupulus* L.) in North-Eastern region of Russia26

ANATOMY, MORPHOLOGY

Vasilyeva O.G., Konovalova L.N.

Morphological features of vegetative buds and regenerative potential of the genus *Rhododendron* L. in culture in vitro.....33

PLANT PROTECTION

Keldysh M.A., Chervyakova O.N.

On transformation of ranges of harmful organisms42

Selochnik N.N.

On fungous biota in oak stands in parks and forest parks within the area of the city of Moscow.....48

PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY

Rupasova Zh.A., Yakovlev A.P., Vasilevskaya T.I., Krinitskaya N.B., Bely P.N., Nikolaichuk A.M., Zhdanets S.F., Kozyr O.S., Lishtvan I.I.

The influence of weather conditions on the biochemical composition of fruits of American cranberry (*Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers.) on recultivated peatery in Belorussia60

Badritdinov R.A.,

The content of microelements in the above-ground part of *Festuca arundinacea* (Poaceae) in connection with the growing conditions.....69

REVIEWS AND BIBLIOGRAPHY

Tkacheva E.V.

Scientific heritage of Alexei K. Skvortsov through the prism of the database Web of Science77

Founders:

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

Publisher:

Ltd. «Nauchtehlitizdat»

The Journal is Registered
by the Federal Service
for Supervision in the Sphere
of Communications
Information Technologies
and Mass Communications
(Roskomnadzor).
Certificate of Print Media Registration
№ Фс77-46435

Subscription Numbers:

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

Editor-In-Chief

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

Editorial Board:

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

Design, Make-Up

Ivashkin D.G.

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 23.11.2017

Format: 60×88 1/8

Text Magazine Paper. Offset Printing

12,4 Conventional Printer's Sheets

14,5 Conventional Publisher's Signatures

The Order № 875

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.igzd.ru

Л.Г. Мартынов

канд. биол. наук, н.с.

E-mail: martynov@ib.komisc.ru

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт биологии Коми
научного центра Уральского отделения РАН,
Сыктывкар

Интродукция клена на европейском северо-востоке России

Представлен материал о результатах интродукции видов клена на территории Республики Коми. Даются сведения о первых посадках растений клена в Сыктывкаре, об их видовом составе и частоте встречаемости в насаждениях. Отмечается крайне низкий уровень использования клена в озеленении. Всего в озеленительных посадках встречается 4 вида: *Acer negundo*, *A. tataricum*, *A. ginnala* и *A. platanoides*. Растения находятся в хорошем состоянии. Приводятся данные многолетних наблюдений за ходом роста, развития и зимостойкостью кленов в коллекционных посадках ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Изучали 14 видов, в том числе 7 новых, преимущественно дальневосточного происхождения. Максимальный возраст у растений клена старой коллекции насчитывает 50-80 лет, что свидетельствует об их долговечности. Молодые растения новых видов имеют возраст 8-13 лет. Выявлено 4 вида с благоприятным ритмом сезонного развития и высокой зимостойкостью: *Acer ukurunduense*, *A. spicatum*, *A. tegmentosum* и *A. pseudosieboldianum*. Они могут быть рекомендованы для использования в озеленении.

Ключевые слова: Сыктывкар, интродукция, виды клена, зеленые насаждения, ботанический сад, рост побегов, зимостойкость, цветение и плодоношение.

L.G. Martynov

Cand. Sci. Biol., Researcher

Federal State Budgetary Institution for Science
Institute of Biology, Komi Scientific Center, Ural
Branch of the Russian Academy of Sciences.
Syktyvkar

Introduction of maple into European Northeast of Russia

The results on introduction of maple species within the area of the Republic of Komi are presented. The data on the first planting of maple trees in the city of Syktyvkar, on their species composition, and frequency of occurrence are given. Only four maple species (*Acer negundo*, *A. tataricum*, *A. ginnala* and *A. platanoides*) are cultivated in the urban gardening, and the trees are in good condition. The maple collection in the Botanical Garden of Institute of Biology Komi Scientific Center consists of 14 species, including 7 new ones, mostly of Far Eastern origin. The oldest trees are 50-80 years old, the youngest ones – 8-13 years old. The results of long-term researches show that four species (*Acer ukurunduense*, *A. spicatum*, *A. tegmentosum*, *A. pseudosieboldianum*) are suitable for urban plantings. These species are characterized by appropriate seasonal rhythm and winter hardiness.

Keywords: the city of Syktyvkar, introduction, the species of maple, green plantings, Botanical Garden, the growth of shoots, winter hardiness, flowering and fruiting.

Проблемой интродукции растений в Республике Коми с 1936 г. занимается Ботанический сад Института биологии КНИЦ УрО РАН. За продолжительный период научно-исследовательской работы садом рекомендовано свыше 200 видов и форм древесных растений для целей озеленения [1], однако массовое распространение в посадках получили лишь немногие виды. Сдерживание широкого внедрения новых рекомендуемых видов растений в озеленение населенных мест объясняется не только природно-климатическими особенностями региона, но и отсутствием в городах достаточной производственно-технической базы для проведения озеленительных работ.

В течение всей истории интродукции древесных растений в Республике Коми, охватывающей более ста лет,

в городах сформировались устойчивые зеленые насаждения с определенным видовым составом. Естественно, что в основе озеленения используются в первую очередь растения местной флоры, как наиболее выносливые, они же имеют большой удельный вес в насаждениях. Инвентаризация древесных растений в городах республики, проведенная в 80-х годах прошлого столетия, показала, что виды инорайонных флор по их числу почти в два раза превышают местные (69 видов против 41), однако это редкие и малоиспользуемые в озеленении [2]. К таким растениям можно отнести виды рода *Acer* L. В озеленении Сыктывкара и других населенных мест распространение получили четыре вида клена. Это *Acer negundo* североамериканского происхождения, *A. tataricum* и *A. platanoides* европейского и *A. ginnala*



дальневосточного происхождения. В настоящее время ассортимент растений в городском озеленении мало изменился, но применение некоторых редких видов, в том числе и кленов, в количественном отношении стало более заметным. За последние годы улучшилось и общее состояние растений.

Клены – это деревья или кустарники, большей частью с опадающими простыми, реже сложными листьями. Они имеют некрупные, зеленоватые или красноватые цветки, собранные в кисти или зонтики. Плоды – двойные крылатки. Клены декоративны формой кроны, красивым рисунком листьев, их осенней окраской. В зеленом строительстве клен занимает одно из ведущих мест. Род объединяет до 150 видов, встречающихся в Северной Америке, Азии, Европе и Северной Африке. В бывшем СССР произрастает 25 видов с ареалами в основном на Дальнем Востоке, Кавказе и в Средней Азии [3]. В ботаническом саду Института биологии испытание проходили порядка 20 видов. В настоящее время в коллекции изучаются растения 14 видов, в том числе 7 новых, привлеченных в интродукцию в течение последних 15 лет.

Цель данной работы – дать оценку состояния видов клена, произрастающих как в условиях городского озеленения, так и в ботаническом саду. В коллекционных посадках сада у новых видов изучить биологию роста и развития и определить их перспективность для дальнейшей интродукции.

Первые деревья клены в Сыктывкаре появились в коллекциях ботанических садов ныне Института биологии Коми ИЦ УрО РАН и Коми педагогического института еще в 30-х годах прошлого столетия. Культивировалось четыре вида, представленных малым числом экземпляров: *Acer negundo*, *A. tataricum*, *A. ginnala* и *A. platanoides*. В процессе дальнейшего формирования коллекций, работниками ботанического сада Педагогического института в 40-х годах озеленяется прилегающая к корпусу территория, где рядовыми посадками высаживаются растения клена татарского, приобретенных из других учреждений.

В городах основные озеленительные работы осуществляются специализированными хозяйствами. В Сыктывкаре многие годы эту функцию выполнял Городской трест зеленого хозяйства. В 50-х годах из близлежащих за пределами республики питомников (Вологодская, Пермская и Кировская обл.) им завозятся большие партии посадочного материала древесных растений и высаживаются на центральных улицах, в парках и скверах. В городском озеленении появляется *Acer negundo*. Способствуют распространению экзотических растений многочисленные любители декоративного садоводства, которые высаживают их на придомовых территориях. В посадках появляется еще один вид клена – *Acer platanoides*. Продолжает свою деятельность по внедрению новых видов в культуру ботанический сад Института биологии, который не только широко пропагандирует результаты своих исследований, но и принимает

непосредственное участие в проведении озеленительных работ. Благодаря усилиям сада в озеленение удается внедрить *Acer ginnala*.

Как уже было отмечено, инвентаризация зеленых насаждений, проведенная в 80-х годах, показала незначительное участие в посадках общего пользования интродуцированных видов. Встречаются они, главным образом, в Сыктывкаре и прилегающих к нему районах [2]. Среди кленов первое место по встречаемости принадлежит *Acer negundo*, второе – *A. tataricum*. Оба вида выявлены также в небольшом числе экземпляров в озеленении Ухты, где из-за периодического обмерзания они имеют кустовидную форму роста, иногда цветут и плодоносят. *Acer platanoides* и *A. ginnala* используются в Сыктывкаре единичными экземплярами. У всех видов, кроме клена остролистного, наблюдалось ежегодное плодоношение. Тогда у взрослых экземпляров к. остролистного плодоношение отсутствовало из-за регулярного обмерзания побегов, молодые же растения не достигли поры зрелости.

В настоящее время общее состояние интродуцированных древесных растений в озеленении Сыктывкара заметно улучшилось. Благоприятное действие на развитие растений оказывает климат, который все время меняется в сторону потепления. Использование древесных экзотов, в том числе и кленов, стало более массовым. Этому способствует торговая сеть по продаже саженцев населению новых видов, выращенных за пределами республики. Тем не менее, видовой состав кленов в городском озеленении остается прежним. При обследовании посадок в Сыктывкаре установлено, что число экземпляров *Acer negundo* и *A. tataricum* по истечении большого отрезка времени не увеличилось, но растения приобрели крупные размеры и производят хорошее впечатление. Очень красочно выглядят деревья клена ясенелистного, высаженные на улице Орджоникидзе. Если раньше они имели невысокие размеры и искривленные стволы, то сейчас это крупные, довольно стройные деревья высотой до 14 м и диаметром ствола у основания до 58 см (рис. 1). В посадках присутствуют как мужские, так и женские особи. На деревьях в изобилии образуются плоды, сохраняющиеся до лета следующего года. Самосев не наблюдается. В европейской части России и Сибири данный вид в культуре получил самое широкое распространение и признан сорным растением [4-6]. Число экземпляров клена ясенелистного в Сыктывкаре и его окрестностях насчитывает десятки. Менее распространен клен татарский, который чаще всего встречается в старой части города. Обращает на себя внимание рядовая посадка клена татарского перед корпусом Педагогического института. Летом во время массового плодоношения, когда плоды-крылатки приобретают красный цвет, клены создают впечатление красивоцветущих деревьев. Клен татарский декоративен также черной окраской стволов. Хорошо переносит стрижку. Из него получают густые до основания живые изгороди, не поражаемые вредителями и болезнями

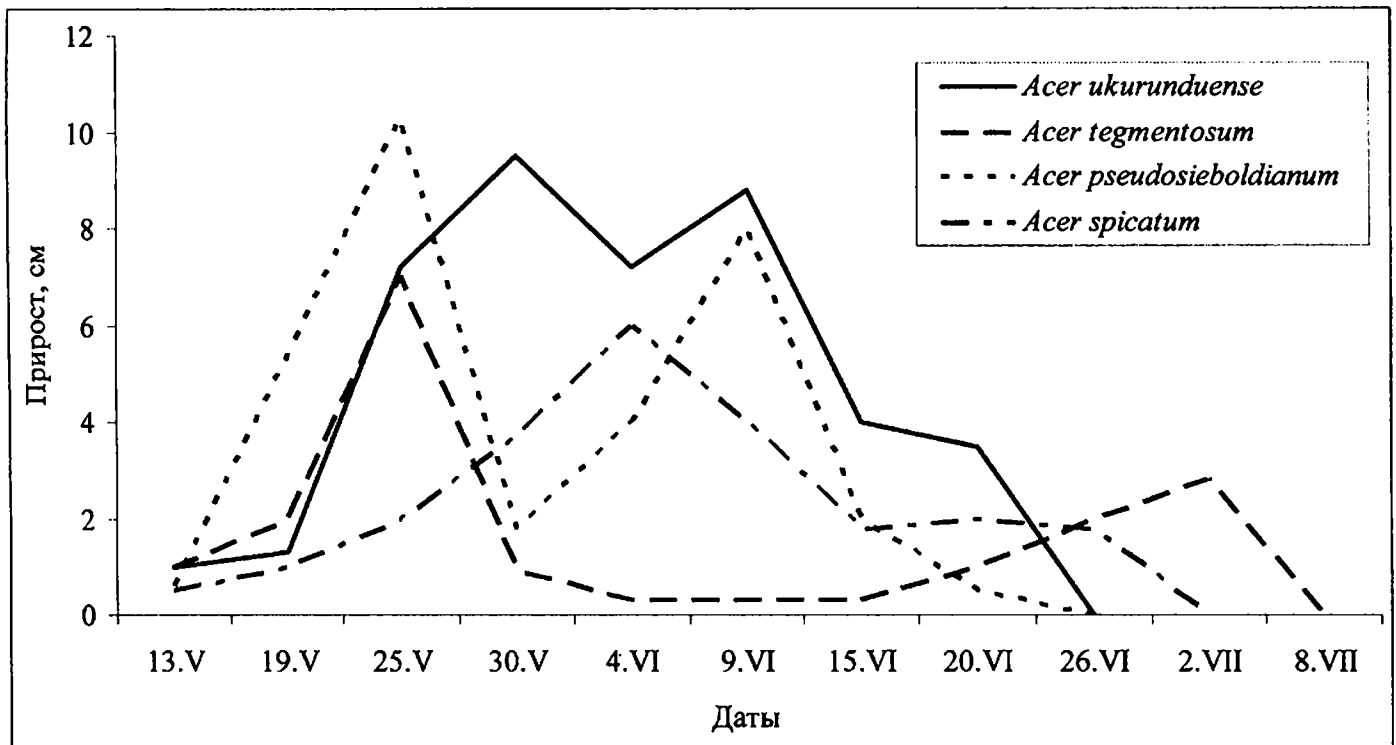


Рис. 1. Динамика прироста годовых побегов у некоторых видов *Acer* в 2015 г.

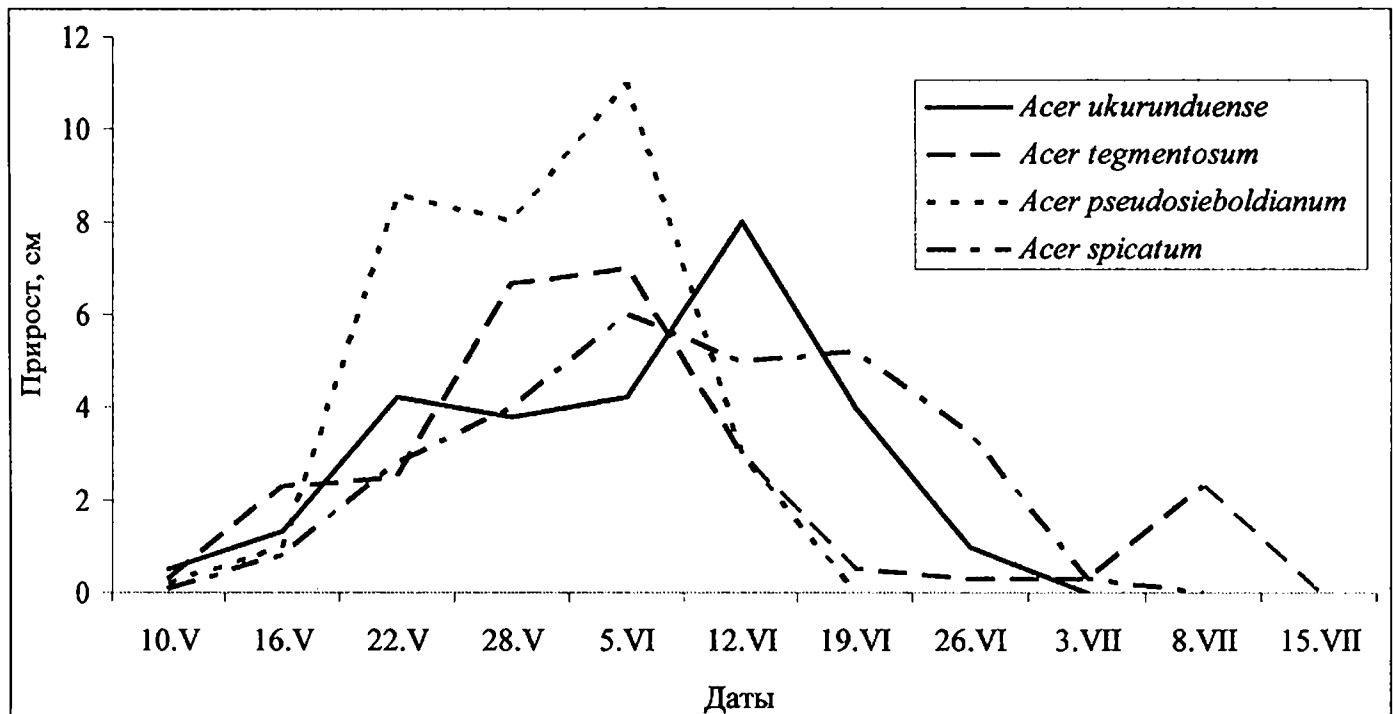


Рис. 2. Динамика прироста годовых побегов у некоторых видов *Acer* в 2016 г.

(рис. 2). Данный вид следует шире использовать в озеленении населенных мест Республики Коми.

К более редким видам клена в Сыктывкаре можно отнести *Acer ginnala* и *A. platanoides*. Клен Гиннала чаще присутствует в уличных насаждениях, а к. остролистный на придомовых территориях. Наиболее высоко зимостойким видом является клен Гиннала, получивший достаточно широкое распространение в северных районах страны [7]. В Сыктывкаре отдельные экземпляры

этого вида, размещенные у зданий с южной стороны, достигают высоты 14 м и диаметра ствола 30 см. Растет многоствольным деревом. Менее зимостойким является клен остролистный, но в последние годы зимостойкость его стала значительно выше. Быстрого развития растения получают в местах, защищенных с северной стороны зданиями. В благоприятных условиях отдельные экземпляры в возрасте 25-30 лет могут достигать высоты 12 м и диаметра ствола 22 см. Выявлены

плодоносящие особи, образующие полноценные семена, они могут служить маточниками для дальнейшего размножения. Надо отметить, что клен остролистный всегда привлекал внимание людей своими красивыми, крупными, лопастными листьями, поэтому в последнее время происходит интенсивное внедрение этого ценного вида в озеленение не только любителями, но и специализированными хозяйствами.

В ботаническом саду Института биологии в настоящее время насчитывается 14 видов клена. Более пяти лет проходили испытание еще три вида, отсутствующие в настоящее время в коллекции (табл. 1). По географическому происхождению четыре вида имеют ареал в Европе (*Acer campestre*, *A. opalus*, *A. platanoides*, *A. tataricum*), восемь – на Дальнем Востоке (*Acer barbinerve*, *A. ginnala*, *A. mandshuricum*, *A. mono*, *A. pseudosieboldianum*, *A.*

rubrum, *A. tegmentosum*, *A. ukurunduense*), три – в Северной Америке (*Acer circinatum*, *A. negundo*, *A. spicatum*) и по одному – на Кавказе (*Acer trautvetteri*) и в Восточной Азии (*A. tetramerum* var. *betulifolium*). Первыми видами клена, поступившими в сад на изучение еще в предвоенные годы, были *Acer negundo*, *A. tataricum*, *A. ginnala* и *A. platanoides*. От тех посадок в коллекции до настоящего времени сохранился только один экземпляр клена ясенелистного, остальные виды представлены растениями, выращенными семенами местной репродукции. В 1946 г. была получена большая партия саженцев из Лесостепной опытно-селекционной станции (Липецкая обл.), в том числе шесть видов клена, среди них три новых – *Acer barbinerve*, *A. campestre*, *A. trautvetteri*. Клен бородатый вскоре выпал из коллекции, а к. Траутфеттера и к. полевой продолжают свою жизнедеятельность,

Таблица 1. Даты наступления основных фенологических фаз у видов клена в ботаническом саду Института биологии (среднепогодные данные)

Вид	Начало распускания почек	Рост побегов		Массовое цветение	Массовое созревание плодов	Окончание листопада	Период вегетации, дней
		начало	окончание				
<i>Acer barbinerve</i> Maxim. – Клен бородатый*	12.V ±2,3	16.V ±2,3	10.VII ±3,2	-	-	5.X ±6,3	146
<i>A. campestre</i> L. – К. полевой	15.V ±2,5	18.V ±2,9	8.VII ±3,2	3.VI ±2,2	30.IX ±6,2	8.X ±6,8	146
<i>A. circinatum</i> Pursh. – К. завитой*	18.V ±3,3	22.V ±3,3	22.VI ±3,9	-	-	8.X ±6,2	143
<i>A. ginnala</i> Maxim. – К. Гиннала	14.V ±2,8	18.V ±2,9	8.VII ±4,2	10.VI ±2,6	15.IX ±6,2	8.X ±6,7	145
<i>A. mandshuricum</i> Maxim. – К. маньчжурский	12.V ±1,8	18.V ±3,9	28.VI ±2,2	-	-	28.IX ±2,6	139
<i>A. mono</i> Maxim. – К. моно	12.V ±1,8	17.V ±3,3	20.VII ±3,8	-	-	5.X ±5,6	142
<i>A. negundo</i> L. – К. ясенелистный	9.V ±3,8	12.V ±3,6	28.VI ±3,8	16.V ±2,2	28.IX ±6,4	20.X ±4,9	более 150
<i>A. opalus</i> Mill. – К. калинолистный	12.V	20.V	8.VI	-	-	10.X	151
<i>A. platanoides</i> L. – К. остролистный	15.V ±3,2	20.V ±3,8	28.VI ±3,9	20.V ±2,4	25.IX ±3,8	5.X ±3,8	143
<i>A. pseudosieboldianum</i> (Pax) Kom. – К. ложносибирский	15.V ±2,7	22.V ±3,9	5.VII ±4,8	-	-	12.X ±6,7	150
<i>A. rubrum</i> L. – К. красный*	12.V	14.V	20.VI	-	-	2.X	143
<i>A. spicatum</i> Lam. – К. колосистый	12.V ±3,6	14.V ±3,6	5.VII ±3,8	8.VI ±2,3	12.IX ±5,8	12.X ±6,7	более 150
<i>A. tataricum</i> L. – К. татарский	16.V ±3,8	20.V ±3,6	18.VII ±4,2	15.VI ±2,3	20.IX ±6,3	26.X ±6,4	более 150
<i>A. tegmentosum</i> Maxim. – К. зеленокорый	12.V ±2,2	14.V ±2,7	20.VII ±3,9	-	-	16.X ±3,8	более 150

<i>A. tetramerum</i> Pax var. <i>betulifolium</i> Maxim. – К. четырехмерный березолистный	15.V	18.V	26.VI	-	-	10.X	148
<i>A. trautvetteri</i> Medw. – К. Траутфеттера	18.V ±3,9	24.V ±4,3	28.VII ±4,8	-	-	в поздн. сроки	более 150
<i>A. ukurunduense</i> Trautv. et Mey. – К. желтый	12.V ±2,4	16.V ±2,3	12.VII ±4,2	14.V ±2,4	15.IX ±6,6	2.X ±3,8	143

Примечания. Звездочкой помечены виды, отсутствующие в настоящее время в коллекции. Прочерк обозначает отсутствие фенофазы.

Таблица 2. Основная характеристика видов клена в ботаническом саду Института биологии (по состоянию на 2016 г.)

Вид	Происхождение образца	Размеры растения		Зимостойкость, баллы	Наличие плодоношения	Рекомендации для озеленения
		высота, м	ширина кроны, м; диаметр ствола, см			
<i>Acer barbinerve</i> *	2003, Барнаул, саж. (2)	1,5	0,9	II-III (VII)	НП	Т
<i>A. campestre</i>	1946, Липецк, саж. (3)	3,4(4,5)	4,5	II-III (V)	(П)	Н
<i>A. circinatum</i> *	2004, Страсбург, сем.	0,9	0,7	II(VI)	НП	Т
<i>A. ginnala</i>	местн. репр. (7)	9,0	20*	I(III)	С	P(M)
<i>A. mandshuricum</i>	2008, Нижний Новгород, сем. (2)	0,6	0,3	I	НП	Т
<i>A. mono</i>	2003, Барнаул, саж. (2)	1,6	0,8	I-II(VII)	НП	Т
<i>A. negundo</i>	1936, Ленинград, сем. (4)	5,8(8,2)	18*	I(IV)	С	P(O)
<i>A. opalus</i>	2009, Румыния, сем.	0,2	0,2	I-II(IV)	НП	Н
<i>A. platanoides</i>	1976, местн. репр. (5)	9,0	14*	I(IV)	С	P(O)
<i>A. pseudosieboldianum</i>	2003, Барнаул, саж.	1,6(2,5)	3*	I(IV)	НП	P(O)
<i>A. rubrum</i> *	1991, Москва, саж.	1,2	0,4	I	НП	Т
<i>A. spicatum</i>	2003, Барнаул, саж. (2)	2,6	3*	I	П	P(O)
<i>A. tataricum</i>	местн. репр. (4)	5,5(6,8)	17*	I(IV)	С	P(M)
<i>A. tegmentosum</i>	2008, Санкт-Петербург, саж.	3,0	2,5*	I-II	НП	P(O)
<i>A. tetramerum</i> var. <i>betulifolium</i>	2008, Чебоксары, сем.	0,5	0,3	I-II	НП	Т
<i>A. trautvetteri</i>	1946, Липецк, саж.	1,5(3,0)	2,2	III-IV	НП	Н

<i>A. ukurunduense</i>	2003, Барнаул, саж.	3,6	3*	II (III-IV)	П	P(M)
------------------------	------------------------	-----	----	----------------	---	------

Примечания. Для графы 1: звездочкой помечены виды, отсутствующие в настоящее время в коллекции. Для графы 2: в скобках указано количество образцов. Для графы 3: в скобках указана максимальная высота растения за период изучения. Для графы 4: звездочкой помечен диаметр ствола. Для графы 5: использована 7-ми балльная шкала зимостойкости, разработанная в отделе дендрологии Главного ботанического сада: I – растение не обмерзает; II – обмерзает не более 50% длины однолетних побегов; III – обмерзает от 50 до 100% длины однолетних побегов; IV – обмерзают более старые побеги; V – обмерзает надземная часть до снегового покрова; VI – обмерзает вся надземная часть; VII – растение вымерзает целиком; в скобках даны показатели зимостойкости в особо суровые зимы. Для графы 6: П – плодоносит, (П) – плодоносит редко, НП – не плодоносит, С – наблюдается самосев. Для графы 7: Р – рекомендуется для озеленения, Н – не рекомендуется, Т – требует дальнейшего изучения. В скобках: М – массовое применение, О – ограниченно. Характеристика приведена для растений исходного образца.

изменив жизненную форму дерева на кустарник. Наиболее интенсивный сбор таксонов рода стали проводить в начале нынешнего столетия. Так, в 2003 г. из Барнаула были завезены 4-х летними саженцами пять новых видов (табл. 2). Максимальный возраст у растений кленов старой коллекции довольно значительный, он насчитывает 50-80 лет.

За видами клена в ботаническом саду проводятся фенологические наблюдения, выявляются особенности их роста и развития, оценивается зимостойкость. Основные данные результатов наблюдений и измерений представлены в таблицах 1 и 2. Начало вегетации (распускание почек) у большинства изучаемых видов отмечается в начале второй декады мая с установлением устойчивых положительных температур. Следом за распусканием почек через 3-5 дней начинается рост побегов. Самым ранним по началу развития является североамериканский вид *Acer negundo*, у которого почки уже распускаются в конце первой декады мая, а через три дня наблюдается видимый рост побегов. В это же время происходит цветение данного вида. Самым поздним по началу развития является кавказский вид *Acer trautvetteri*, начинающий свое развитие в конце второй декады мая. Выявлена закономерность в сроках начала развития у видов в зависимости от их географического происхождения. Например, дальневосточные виды на два-три дня начинают вегетацию раньше, чем европейские. Окончание роста побегов у большинства видов происходит уже в конце июня – начале июля. Продолжительность роста побегов составляет 40-65 дней. В поздние сроки (28.VII) завершается рост у *Acer trautvetteri*, но полного одревеснения побегов не происходит. Во второй половине июля заканчивает рост *Acer tegmentosum*, у которого ежегодно наблюдается два периода роста. Сроки наступления фазы цветения у разных видов неодинаковы. Во второй декаде мая массово цветут *Acer negundo*, *A. platanoides*, *A. ukurunduense*, в первой декаде июня *Acer ginnala*, *A. campestre*, *A. spicatum*, во второй декаде июня цветет *Acer tataricum*. Массовое плодоношение у всех видов наблюдается в сентябре, плоды сохраняются на растениях до весны следующего года. Раньше других созревают плоды у *Acer ginnala*, *A. spicatum*,

A. ukurunduense. Окончание вегетации (конец листопада) у большинства видов клена происходит в первой половине октября. Перед началом листопада листья приобретают различную осеннюю окраску. Желтую окраску листьев имеют *Acer campestre*, *C. platanoides*, *A. ukurunduense*, оранжево-красную *A. ginnala* (отдельные растения), малиновую *A. pseudosieboldianum*. В конце октября с установлением устойчивых минусовых температур частично сбрасывают листья *Acer negundo* и *A. tataricum*, почти не изменив окраски. Не меняет окраску листьев и уходит в зиму в олистивном состоянии *Acer trautvetteri*.

Продолжительность вегетации у многих видов клена составляет 145-155 дней и в основном соответствует продолжительности вегетационного периода района исследований. Хотя у некоторых видов листья полностью не опадают, но благодаря своевременному окончанию роста побегов и их одревеснению, они уходят в зиму подготовленными к перезимовке. Большинство растений клена многолетнего возраста достигают размеров в высоту, свойственных им в южных пунктах интродукции. Не достигают размеров *Acer campestre* и *A. trautvetteri* из-за регулярного обмерзания побегов (табл. 2). Растут они, вот уже на протяжении 80 лет, в форме невысоких хорошо разветвленных кустарников. В данном случае можно говорить о долговечности кленов в условиях культуры.

Исследованиями ранее было установлено, что чем раньше у древесных растений начинается рост побегов и более интенсивно он проходит в первой половине периода, тем зимостойкость их выше [8]. Среди растений кленов старой коллекции наиболее ранним и интенсивным ростом побегов, следовательно, и высокой зимостойкостью, обладают *Acer negundo*, *A. ginnala*, *A. tataricum*. Замедленный темп роста в первой половине периода и ускоренный во второй имеют менее зимостойкие виды *Acer trautvetteri* и *A. campestre*, для них прослеживается большая зависимость роста побегов от температурного фактора. В последнее время в связи с потеплением климата у растений происходят изменения сроков наступления фенологических фаз на более ранние даты [9]. Например, разница между ранними и

поздними сроками отрастания побегов у интродуцированных видов сократилась где-то на три дня, а в окончании роста эта разница достигает десяти и более дней.

С целью выявления характера протекания ростовых процессов у четырех новых видов клена проведены замеры длины растущих побегов через определенный интервал времени. Измерения проводили в 2015 и 2016 гг., существенно отличающиеся по погодным условиям и в то же время имеющие некоторое сходство по температурным показателям в первой половине вегетационного периода. В 2015 г. среднесуточная температура воздуха в апреле составляла +2,9°C, мае +13,6°C, июне +16,2°C, а в 2016 г. соответственно +4,9°C, +11,5°C, +14,6°C. В это время у растений наблюдается интенсивный рост побегов.

Как видно на рисунках 1 и 2, виды клена обладают ранним началом отрастания, интенсивным ростом и ранним его завершением. Наибольший прирост приходится на первую половину периода. В 2015 г. интенсивный рост у кленов наблюдался с середины мая по первую декаду июня в то время, когда среднесуточные температуры достигали высоких значений. В 2016 г. наибольший прирост у видов отмечался в период с третьей декады мая до конца второй декады июня. В третьей декаде мая и во второй декаде июня среднесуточная температура воздуха составляла соответственно +15,4°C и +17,8°C. Во время активного роста наибольшую длину прироста имеют дальневосточные виды *Acer pseudosieboldianum*, *A. ukurunduense* и *A. tegmentosum*. Последнему свойственно две волны роста, во время вторичного роста прирост побегов незначительный. Равномерным приростом на протяжении всего периода характеризуется североамериканский вид *Acer spicatum*. Таким образом, новые виды клена обладают ускоренным и непродолжительным ростом, своевременно завершают процессы одревеснения побегов и уходят в зиму подготовленными к перезимовке. Перспективность интродукции этих видов была отмечена сотрудниками ботанического сада еще в начальном периоде наблюдений за растениями [10].

Наличие плодоношения является существенным признаком успешного приспособления растений к новым условиям. Из 14 видов клена, находящихся на изучении, плодоносят семь. Среди новых видов на восьмом году произрастания начал плодоносить *Acer ukurunduense*, на десятом - *A. spicatum* (рис. 6). Впервые на 66 году произрастания начал образовывать плоды *Acer campestre*, но плодоношение у него слабое и не ежегодное. Отсутствует цветение и плодоношение у растений молодого возраста и с низкой зимостойкостью. Многие виды, вступившие в генеративный период развития, характеризуются ежегодным и равномерным плодоношением. В отдельные годы плодоношение бывает обильным, связано это с определенными метеос условиями предшествовавшего вегетационного периода. Все плодоносящие виды образуют полноценные семена. Об этом свидетельствует высокая их всхожесть

при выращивании саженцев, а также наличие самосева на территории дендрария. В последнее время массовый самосев вокруг маточных растений можно наблюдать у *Acer platanoides*, изредка у *A. negundo* (мужские и женские особи располагаются на далеком расстоянии) и очень редко у *A. ginnala* и *A. tataricum*. Не образуют самосев молодые растения *A. ukurunduense* и *A. spicatum*, но их семена при посеве в открытый грунт могут иметь всхожесть до 85-90%. Все плодоносящие виды (кроме *Acer campestre*) и проявляющие высокую зимостойкость по категориям применения рекомендуются для озеленения (табл. 2). Перспективными для дальнейшего изучения являются *Acer mandshuricum*, *A. circinatum*, *A. mono* и *A. rubrum*.

Таким образом, виды клена, произрастающие как в городских условиях, так и культивируемые в ботаническом саду Института биологии, имеют хорошее состояние, отличаются быстрым ростом и развитием, обладают высокой устойчивостью и долголетием, хорошо переносят формовочную обрезку и не подвергаются болезням и вредителям. Клены в культуре на Севере должны найти самое широкое применение среди интродуцированных древесных растений.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме «Некоторые аспекты репродуктивной биологии ресурсных видов растений в культуре на европейском Северо-Востоке России» № 115012860039.

Список литературы

1. Скупченко Л.А., Мишуров В.П., Волкова Г.А., Портнягина Н.В. Интродукция полезных растений в подзоне средней тайги Республики Коми (Итоги работы Ботанического сада за 50 лет). СПб.: Наука, 2003. Т. 3. 214 с.
2. Мартынов Л.Г. Интродуцированные древесные растения в озеленительных посадках Коми АССР // Особенности роста и развития интродуцентов на Севере. (Тр. Коми фил. АН СССР; 1984. № 87. С. 134-143).
3. Колесников А.И. Декоративная дендрология. М., 1974. 704 с.
4. Мамаев С.А., Дорофеева Л.М. Интродукция клена на Урале. Екатеринбург, 2005. 103 с.
5. Якушина Э.И. Древесные растения в озеленении Москвы. М.: Наука, 1982. 158 с.
6. Лучник З.И. Интродукция древесных растений в Алтайском крае. М., 1970. 656 с.
7. Демидова Н.А., Дуркина Т.М. Каталог коллекции древесных растений дендрологического сада им. В.Н. Нилова федерального бюджетного учреждения «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства». Архангельск, 2013. 142 с.
8. Мартынов Л.Г. Интродукция древесных растений в Коми АССР: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ГБС АН СССР, 1989. 24 с.
9. Мартынов Л.Г. О зимостойкости древесных растений, интродуцированных в ботаническом саду

Института биологии Коми научного центра РАН // Бюл. Гл. ботан. сада, 2013. Вып. 199, № 1. С. 19-26.

10. Скупченко Л.А., Скроцкая О.В. Новые вид рода *Acer* L. в коллекции Ботанического сада // Вестн. ИБ, 2007. № 4. С. 7-9.

References

1. Skupchenko L.A., Mishurov V.P., Volkova G.A., Portnyagina N.V. *Introdukciya poleznykh rasteniy v podzone srednej tajgi Respubliki Komi (Itogi raboty Botanicheskogo sada za 50 let)* [Introduction of useful plants in subzone of middle taiga of the Komi Republic (results of the Botanical garden in 50 years)]. SPb.: Nauka [St. Petersburg.: Publishing House Science], 2003. Vol. 3. 214 p.

2. Martynov L.G. *Introducirovannye drevesnye rasteniya v ozelenitel'nykh posadkakh Komi ASSR* [The introduced woody plants in planting planting the Komi Republic] // *Osobennosti rosta i razvitiya introducentov na Severe* [Characteristics of growth and development of exotic species in the North]. // Tr. Komi fil. AN SSSR [Proceedings of the Komi branch of the USSR]; 1984. № 87. Pp. 134-143.

3. Kolesnikov A.I. *Dekorativnaya dendrologiya* [Decorative dendrology]. Moscow, 1974. 704 p.

4. Mamaev S.A., Dorofeeva L.M. *Introdukciya klена na Urale* [Introduction of maple in the Urals]. Ekaterinburg, 2005. 103 p.

5. Yakushina E.I. *Drevesnye rasteniya v ozelenenii Moskvy* [Woody plants in landscaping Moscow]. M.: Nauka [Publishing House Science], 1982. 158 p.

6. Luchnik Z.I. *Introdukciya drevesnykh rasteniy v Altajskom krae* [Introduction of woody plants in the Altai region]. Moscow, 1970. 656 p.

7. Demidova N.A., Durkina T.M. *Katalog kolekcii drevesnykh rasteniy dendrologicheskogo sada im. V.N. Nilova federal'nogo byudzhetnogo uchrezhdeniya «Severnyy nauchno-issledovatel'skiy institut lesnogo hozyajstva»* [The catalogue of the collection of woody plants of the V. N. Nilov arboretum of the Federal Budgetary Institution «Northern Research Institute of Forestry»]. Arkhangel'sk, 2013. 142 p.

8. Martynov L.G. *Introdukciya drevesnykh rasteniy v Komi ASSR: Avtoref. dis... kand. biol. nauk* [Introduction of woody plants in the Komi ASSR: abstract. Dis. ... Cand. Biol. Sciences]. Moscow: GBS USSR, 1989. 24 p.

9. Martynov L.G. *O zimostojkosti drevesnykh rasteniy, introducirovannykh v botanicheskom sadu Instituta biologii Komi nauchnogo centra RAN* [On the winter hardiness of woody plants introduced in the Botanical garden of the Institute of biology of Komi scientific centre of the RAS] // *Byul. Gl. Botan. Sada* [Bul. Main Botan. Garden]. 2013. Iss. 199, № 1. Pp. 19-26.

10. Skupchenko L.A., Skrockaya O.V. *Novye vidy roda Acer L. v kolekcii Botanicheskogo sada* [New species of the genus *Acer* L. in the collection of the Botanical garden] // *Vestn. IB*, 2007. № 4. Pp. 7-9.

Информация об авторе

Мартынов Леонид Григорьевич, канд. биол. наук, н. с.
E-mail: martynov@ib.komisc.ru

Федеральное Государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии Коми Научного Центра Уральского отделения РАН

167682. Российская Федерация, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28

Information about the author

Martynov Leonid Grigorievich, Cand. Sci. Biol.,
Researcher

E-mail: martynov@ib.komisc.ru

Federal State Budgetary Institution for Science Institute of Biology, Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

167682. Russian Federation, Syktyvkar,
Kommunisticheskaya Str., 28

Е.И. Семенова

магистр

Ю.С. Корнеев

аспирант

С.Г. Сахарова

канд.с/х.наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М.Кирова

Некоторые аспекты адаптации интродуцированных низкорослых видов рододендрона в Санкт-Петербурге

Актуальность темы обоснована необходимостью расширения ассортимента растений для озеленения городов и населенных мест, при использовании видов рода рододендрон. В ходе данного исследования были выделены низкорослые виды рододендронов, отвечающие критериям низкорослости, изучены посевные качества семян и фертильность пыльцы. Предложены к внедрению наиболее перспективные низкорослые виды рододендронов в озеленении г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области и даны некоторые рекомендации по их выращиванию и сохранности.

Ключевые слова: рододендрон; низкорослый вид; всхожесть семян; пыльца; интродукция; репродуктивность; критерии низкорослости; коллекция.

E.I. Semenova

Student

Yu.S. Korneenkova

Postgraduate Student

S.G. Sakharova

Cand.Sci.Agr.

Sankt-Petersburg State Forestry University named after S.M.Kirov

Some aspects of adaptation of dwarf *Rhododendron* species introduced into Saint-Petersburg

The possibilities of expanding the range of plants in urban greenery through the use of *Rhododendron* species have been considered. The dwarf *rhododendron* species that meet the criteria of short stature have been identified. Seed quality and pollen fertility have been studied. The most promising dwarf species have been recommended for landscaping within the area of Saint-Petersburg city and Leningrad Province. The proposals on cultivation and maintenance have been presented.

Keywords: *rhododendron*; dwarf species; seed germination; pollen; introduction; reproductive performance; criteria short stature; collection.

Как показывает анализ дендрофлоры парков Санкт-Петербурга и Ленинградской области, потенциал относительно малоизученной группы древесных растений рода *Rhododendron* L., а именно, его низкорослых жизненных форм, практически не используется. Выявить эти дендрологические объекты, дать экологическую оценку их адаптации в новых условиях культуры представляется нам весьма актуальной целью. Для ее решения ставились следующие задачи:

а) Из числа рододендронов, произрастающих в экспериментальной коллекции ботанического сада СПбГЛТУ (59 таксонов), выделить виды, отвечающие критериям низкорослости.

б) Определить фертильность пыльцы, как фактора обуславливающего семеношение и посевные качества семян (на примере *Rh. ferrugineum* L., *Rh. hirsutum* L., *Rh. camtschaticum* Pall.).

в) Исследовать лабораторную всхожесть и особенности прорастания семян низкорослых видов рододендронов.

г) Предложить к внедрению наиболее перспективные виды низкорослых рододендронов в озеленении г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области и дать некоторые рекомендации по их выращиванию и сохранности.

Низкорослыми принято считать рододендроны высотой от 0,5 до 1,5 м [1]. По этому критерию нами были выделены следующие группы низкорослых рододендронов, произрастающих в настоящее время в Ботаническом саду ГЛТУ.

Группа 1 - растения высотой не более 1 м: вечнозеленые виды – р. Адамса, *Rh. anthopogon* D.Don, р. золотистый, р. кавказский, р. Куниингэма, *Rh. farrearae* Tate ex Sweet, р. ржавый, р. жестковолосистый, р. кистевой, р. якушиманский (10 таксонов); листопадные виды: р. камчатский, р. канадский, р. канадский белый, р. пухлянский (4 таксона). Всего низкорослых рододендронов, безоговорочно отвечающих критериям низкорослости в экспериментальной коллекции ботанического сада СПбГЛТУ 14 таксонов.

Группа 2 – растения высотой в культуре от 1,0 до 1,5 м метров: вечнозеленые виды – р. Макино, *Rh. vernicosum* Franch. var *rhanthum*; листопадные – р. Альбрехта, р. западный, р. остроконечный, р. сетчатый, р. клейкий, р. розовый – итого 8 таксонов.

Вместе с тем, зачастую высота рододендронов даже в своем естественном ареале (поскольку это горные растения), варьирует – от 0,5 м высоты и до 1,5 – 2 м. Так, рододендрон Шлиппенбаха, в природных условиях обитающий, например, на сухих каменистых склонах гор, достигает высоты от 0,6 и до 2 (5) м. Учитывая, что в условиях интродукции подобные виды могут достигать высоты не более 1,5 м (по истечении 10 лет произрастания), нами было принято решение включить эти таксоны в группу переходную от низкорослых к слабо разрастающимся в ширину и высоту. В эту группу нами были включены следующие вечнозеленые виды: р. каролинский, р. каролинский белый; полувечнозеленые: р. Ледебура и р. сихотинский; листопадные – р. атлантический, р. даурский, р. ноготковидный, х *Rh. gandavense* cv. *Gloria Mundi*, р. японский, *Rh. japonicum* hybr. hort. fl. *roseus* (транскрипция сохранена при получении посадочного материала); *Rh. japonicum* hybr. hort. fl. *ruber*; р. Шлиппенбаха – итого 12 таксонов.

Таким образом, в ботаническом саду СПбГЛТУ в настоящее время из числа низкорослых рододендронов и видов, достигающих в культуре не более 1,5 м высоты проходят испытания 34 таксона этого рода.

Одним из показателей успешной интродукции является получение качественного семенного материала. Известно, что семенная продуктивность растений во многом зависит от фертильности пыльцы [2-4]. Одним из этапов исследований в этом направлении было определение фертильности пыльцы рододендронов: *Rh. atlanticum* (Ashe) Rehd., *Rh. viscosum* (L.) Torr., *Rh. ferrugineum* L., *Rh. hirsutum* L., *Rh. camtschaticum* Pall.

Выбор объектов исследования был продиктован отсутствием плодоношения у р. атлантического и р. клейкого. У этих видов, несмотря на отсутствие обмерзания побегов и цветочных почек и ежегодное цветение даже после аномально суровых зим, завязывались партенокарпические плоды. Определение фертильности пыльцы р. ржавого, р. жестковолосистого и р. камчатского (несмотря на ежегодную и большую репродуктивную способность этих видов) исследовалась по причине очень низкого процента лабораторной всхожести семян (1–20%). Исключение составила лабораторная всхожесть семян р. камчатского, период созревания которых пришелся на аномальный вегетационный период 1987 года, а именно, пониженная относительно средней многолетней температура воздуха и повышенная относительная его влажность [5, 6].

В исследованиях, проведенных в 2006 г, использовалась свежесобранная пыльца рододендронов атлантического и клейкого. Пыльца проращивалась по методу Д. А. Транковского в твердой (с концентрацией агара 1%) среде, с разной концентрацией сахарозы (3%, 5%, 7%,

10%), с добавлением лимонной кислоты, на свету при температуре 23-25°C [2,7]. По результатам проведенного опыта можно сказать, что для проращивания пыльцы наиболее пригодна среда с содержанием сахарозы в пределах 3-5% без добавления лимонной кислоты, так как на средах такого состава доля проросших пылевых зерен была максимальной: *Rh. atlanticum* – 43%; *Rh. viscosum* – 48% [3]. Эти 2 вида рододендронов объединяет одна очень важная морфологическая особенность в строении цветка. Венчик воронковидный с цилиндрической прстепенно или слаборасширяющейся кверху трубкой. Тычинки (5) намного длиннее венчика, а столбик длиннее тычинок. Учитывая эти особенности в строении цветка рассчитывать на перенос пыльцы можно только при сильном ветре или участии в опылении насекомых. Рододендроны атлантический и клейкий произрастали в очень защищенном от ветра месте в декоративном питомнике ЛТУ.

Определение фертильности пыльцы 3-х видов рододендрона: *Rh. ferrugineum*, *Rh. hirsutum*, *Rh. camtschaticum* проводили в конце мая – начале июня 2014г. В стерильные чашки Петри на влажную фильтровальную бумагу укладывали предметные стекла с питательной средой (5% раствор сахарозы), на которые затем высевали пыльцу. Определение фертильности пыльцы проводилось при температуре 28°C. Результаты определения фертильности пыльцы *Rh. ferrugineum*, *Rh. hirsutum*, *Rh. camtschaticum* (концентрация сахарозы 5%) приведены в таблице 1.

Важная роль семян и семенного размножения для первичной интродукции осознается всеми дендрологами-интродукторами. Но еще более возрастает значение семенного размножения при расширении интродукционного метода. В связи с этим возникает необходимость наряду с растениями интродуцированными, включать в экспозиции растения, выращиваемые из семян местной репродукции [8].

Исследования плодоношения, семеношения и определение лабораторной всхожести семян низкорослых видов рода *Rhododendron* проводились в период с 1985 г. [5,6], по 2015 г. включительно. В экспериментах были использованы семена местной репродукции следующих видов: *Rh. ferrugineum*, *Rh. hirsutum*, *Rh. camtschaticum*, *Rh. yakushmanum*. Семена следующих видов были получены также из мест естественного произрастания: *Rh. aureum* (Анадырь), *Rh. ferrugineum* (Итальяские Альпы, склон южной экспозиции, 2000 м. над ур. м.),

Таблица 1. Результаты определения фертильности пыльцы *Rh. ferrugineum*, *Rh. hirsutum*, *Rh. camtschaticum* (концентрация сахарозы 5%)

Вид	Фертильность пыльцы, (%)
<i>Rh. ferrugineum</i>	56,1±2,3
<i>Rh. hirsutum</i>	49,3±2,9
<i>Rh. camtschaticum</i>	8,1±2,5

Rh. schlippenbachii (остров Попова в Японском море). Семена *Rh. caucasicum* были получены из Полярно-альпийского ботанического сада (г. Кировск).

В связи с классификацией Kingdon-Ward F. [9] семена видов рододендрона, интродуцированных в ботаническом саду СПбГЛТУ, принадлежат к альпийскому и лесному типам:

а) лесной тип: р. атлантический, р. золотистый, р. кавказский, р. Макино, р. японский, р. Шлиппенбаха.

б) альпийский тип семян: р. Альбрехта, р. даурский, р. камчатский, р. каролинский, р. клейкий, р. Ледебура, р. ржавый, р. жестковолосистый.

Помимо морфологических признаков, семена рододендрона альпийского типа отличаются от семян лесного типа очень мелкими размерами [9]. Кроме того, для рододендрона, как и для всех вересковых, характерна гетероспермия (разносемянность) – образование зрелых семян различающихся (у одного и того же вида) по форме, размерам, строению и, естественно, жизнеспособности [2,10].

В ходе исследований было установлено, что проращиваемые семена рододендрона одних видов обнаруживали высокий процент всхожести и энергии прорастания по истечении 10 – 15 дней, семена других видов - не всходили вообще или имели очень низкий процент всхожести (1 – 5%) [6]. Причину этого явления, очевидно, следует искать в том, что исследованные виды рододендрона относятся к разным биогеографическим типам.

Ежегодное семеношение характерно для всех представителей рододендрона альпийского типа, при этом следует отметить их большую репродуктивную способность. В ходе лабораторных опытов нами было установлено, что свежесобранные семена местной репродукции хорошо прорастают, причем массовое прорастание наблюдается уже через месяц после посева. Однако процент всхожести семян варьирует от 1 до 76% в зависимости от климатических условий года формирования семян, времени сбора и посева, используемого субстрата и условий проращивания. В ходе опыта определяли всхожесть семян рододендрона камчатского, собранных в парке СПбГЛТУ в октябре 2014г и семян рододендрона ржавого собранных в январе 2013г. в Итальянских Альпах и в ботаническом саду ЛТУ. Семена проращивали в двух вариантах: на фильтровальной бумаге и чистом торфе. Их раскладывали на поверхность влажной бумаги в чашки Петри (d = 10 см), в трех повторностях по 100 шт. в каждой. Лабораторная всхожесть семян рододендрона в зависимости от места сбора и от состава первичного субстрата представлена в таблице 2.

На основании полученных результатов, можно заключить, что семена *Rh. ferrugineum* местной репродукции при относительно высокой фертильности пыльцы 56% имеют низкую лабораторную всхожесть - 1%. Семена, собранные в естественных популяциях, обладают лучшими качествами (лабораторная всхожесть семян 11%.

Таблица 2. Лабораторная всхожести семян рододендрона

Вид (дата и место сбора)	Лабораторная всхожесть, (%)		
	Фильтровальная бумага	Чистый торф	Субстрат из Альп
<i>Rh. camtschaticum</i> (ГЛТУ, 2014 г.)	53,2±1,7	-	-
<i>Rh. ferrugineum</i> (Итальянские Альпы, склон южной экспозиции, 2000 м. над ур. м.)	11,4±2,9	31,2±2,8	12,2±2,8
<i>Rh. ferrugineum</i> (ГЛТУ, 01.2013 г.)	1,0±3,0	55,1±2,9	-
<i>Rh. Aureum</i> (Анадырь 2011г.)	17,2±2,9	26,2±2,9	-
<i>Rh. caucasicum</i> (ПАБСИ 2012г.)	39,0±3,0	45,1±2,8	-
<i>Rh. schlippenbachii</i> (О-в Попова в Японском море, 2013г.)	50,1±2,9	46,4 ±2,9	18,3±3,0
<i>Rh yakushimanum</i> (ГЛТУ, 2015 г.)	41,3±1,8	-	-

Всхожесть семян на чистом торфе в независимости от места сбора семян повышается в 3-5 раз. Субстрат из Альп на всхожесть этих видов рододендрона не оказывает стимулирующего влияния. Относительно высокая лабораторная всхожесть семян р. камчатского сбора 2014 г. - 53 %, несмотря на низкую фертильность пыльцы 8%, по-видимому, может быть объяснена продолжительным цветением вида (около 3-х недель) и погодными условиями при формировании и созревании плодов и семян.

Как показали исследования по определению лабораторной всхожести семян р. камчатского, для завязывания и созревания семян этого вида важное значение имеет число дней со средней температурой около +15°C и влажность воздуха 80%. Так, сумма эффективных температур за 4 месяца (V-VIII - вегетационный период 1987 г.) составила 915...1055 оС и сумма осадков за этот период 310-480 мм. Такое сочетание факторов сказалось положительно на лабораторной всхожести свежесобранных семян - 77%) [6]. Влияние погоды на химизм семени и на количество клеток зародыша (меньшее при жаре и большое количество в условиях умеренно теплой и влажной погоды) отмечал Ф. Э. Реймерс [11].

Немаловажную роль, вероятно, имеет и то обстоятельство, что пыльца рододендрона объединена клейкими висциновыми нитями, это способствует уменьшению потери пыльцы при ее распространении [2]. Сбор коробочек р. камчатского следует проводить в наиболее ранние сроки (в среднем с 15. 08. по 30. 08) по мере их созревания.

В годы с более суровыми зимами и малой теплообеспеченностью в весенне - летний период виды рододендрона альпийской флоры подпадают под оптимальные условия. Напротив, виды лесной флоры при этом страдают от пониженных температур - вымерзают цветочные почки и побеги приростов текущего года. При противоположных климатических аномалиях, когда в течение всего года теплообеспеченность значительно выше нормы, наблюдается обратный эффект, т.е. виды рододендрона лесной флоры проявляют в цикле развития максимальные показатели зимостойкости, прироста, цветения. Виды же растения альпийской флоры отличаются короткими сроками цветения с оценкой (по шкале БИН) от слабой до удовлетворительной.

В настоящее время в ботаническом саду СПбГЛТУ получено потомство от 18 таксонов низкорослых рододендронов: *Rhododendron anthopogon* D. Don, *Rh. calendulaceum* (Michx.) Torr - Р. ноготковидный, *Rh. camtschaticum* Pall. - Р. камчатский, *Rh. canadense* (L.) Torr. - Р. канадский, *Rh. carolinianum* Rehder - Р. каролинский, *Rh. dauricum* L. - Р. даурский, *Rh. farrearae* Tate ex Sweet, *Rh. ferrugineum* L. - Р. ржавый, *Rh. ×gandavense* (C. Koch) Rehd. cv. Gloria Mundi - Р. гентский cv. Gloria Mundi, *Rh. hirsutum* L. - Р. жестковолосистый, *Rh. japonicum* (A. Gray) Suring. - Р. японский, *Rh. japonicum* hybr. hort. fl. roseus, *Rh. japonicum* hybr. hort. fl. ruber,

Rh. ledebourii Pojark. - Р. Ледебуря, *Rh. mucronulatum* Turcz. - Р. остроконечный, *Rh. schlippenbachii* Maxim. - Р. Шлиппенбаха, *Rh. sichotense* Pojark. - Р. сихотинский, *Rh. viscosum* (L.) Torr. - Р. клейкий.

Полный цикл развития (цветут и плодоносят) проходят в условиях Санкт-Петербурга следующие низкорослые виды рододендрона: *Rh. anthopogon* D. Don, *calendulaceum* (Michx.) Torr., *camtschaticum* Pall., *canadense* (L.) Torr., *canadense* var. *album*, *ferrugineum* L., *hirsutum* L., *mucronulatum* Turcz., *carolinianum* Rehd., *carolinianum* var. *album* Rehder, (10 таксонов). Не стабильное плодоношение имеют следующие виды и формы рододендронов: *Rhododendron albrechti* Max., *farrearae* Tate ex Sweet, *ledebourii* Pojark., *dauricum* L., *japonicum* (Gray) Suringar, *farrearae* Tate ex Sweet, *roseum* (Loisel.) Rehd. (Syn. *Rh. prinophyllum* (Small) Millais), *racemosum* Franch., *makinoi* Tagg ex Nakai, *schlippenbachii* Maxim., *sichotense* Pojark., *viscosum* Torr., *yakusimanum* Nakai, (13 таксонов). Ограниченный цикл развития (цветут, но не плодоносят) имеют следующие 10 таксонов: *Rhododendron atlanticum* (Ache) Rehd., *aureum* Georgi, *carolinianum* Rehd. var. *album* Rehd., *caucasicum* Pall., *×cunninghamii* T. Moore, *japonicum* hybr. hort. fl. *roseus*, *japonicum* hybr. hort. fl. *ruber*, *poukhanensis* Lev., *reticulatum* D. Don, *vernicosum* Franch. var. *rhanthum* Balf. f. et W.W. Smith.; на виргинском этапе находится *Rh. adamsii* Rehd.

Продолжительность созревания семян варьирует от 50 до 240 дней (в зависимости от вида и погодных условий). Наблюдения за рододендронами в культуре позволили установить, что большинство из них неприхотливы, мало поражаются болезнями и вредителями. Для нормального роста и развития растений необходимы водо- и воздухопроницаемый субстрат с кислой реакцией, высокая относительная влажность воздуха (70 - 85 %), температура 18 - 22°C для рододендронов лесного типа и 15-18°C для альпийского.

В культуре рододендроны положительно реагируют на повышение плодородия почвы, более пластичны к реакции почвы. Однако лучше растут и развиваются на кислых субстратах, хорошо обеспеченных подвижными элементами питания (азот, фосфор, калий) и богатой органикой. Оптимальное значение pH равно 4,5-5,5.

Результаты испытаний почвенных проб свидетельствуют о необходимости соблюдения не только световых и температурных условий выращивания рододендронов, но и характеристик субстрата, основными из которых является кислая реакция среды, высокая пористость, обогащенность органикой, наличие всех основных элементов питания, но в низкой концентрации.

Такой субстрат можно приготовить из смеси верхового сфагнового торфа, который в реализацию обычно поступает в кипованном виде, перегноя, дерновой или листовой земли и добавки лесной хвойной подстилки. Под перегноем следует понимать перепревший торфо-навозный компост. Примерное соотношение торф: перегной: листовая земля: хвойная подстилка должно быть

2 : 1 : 2 : 1. Элементы питания можно внести с полным комплексным удобрением (лучше всего Кемира универсал, но можно использовать и азофоску) в дозе 15–20 г на каждые 10 л посадочной смеси.

Выводы

1. Из числа произрастающих в экспериментальной коллекции ботанического сада СПбГЛТУ видов и форм рододендрона (59 видов), выделены 34 таксона, отвечающие критериям низкорослости.

2. Фертильность пыльцы у исследованных видов рододендрона атлантического и клейкого (43%, 48%) соответственно. Устойчивого плодоношения можно добиться, если выращивать виды группами по несколько экземпляров одного вида, в противном случае следует прибегнуть к периодическому встряхиванию кустов во время созревания пыльцы (имитируя ветер) или к искусственному опылению. Результаты проращивания пыльцы (среда с концентрацией сахарозы 5%) в июне 2014 г следующие: *Rh. ferrugineum* - 56% ; *Rh. hirsutum* - 49% ; *Rh. camtschaticum* - 8%.

3. Исследованы лабораторная всхожесть и особенности прорастания семян низкорослых видов рододендрона *Rh. camtschaticum* - 53%, *Rh. yakushmanum* - 41%; *Rh. ferrugineum* (Итальянские Альпы) - 11%, 31% - (чистый торф); семена *Rh. ferrugineum* ЛТУ - 1%, чистый торф - 55%. Семена р. ржавого, полученные в условиях интродукции, характеризуются низкой всхожестью (1%). Это объясняется их формированием в экстремальных погодных условиях (сухое и жаркое лето). В качестве субстрата для проращивания семян следует применять чистый торф (рН = 3,5–4,0). Для дальнейшего выращивания саженцев рододендрона рекомендуем использовать смесь чистого торфа с вересковой землей в соотношении 3 : 1 (по объему).

4. Лабораторная всхожесть семян рододендрона кавказского - 39%. Стабильные погодные условия, снежный покров на широте г. Кировска создают оптимальные условия для культуры этого вида. Использование предпосевной стратификации семян – содержание в течение 2 суток в субстрате (чистый торф) при +20°C, а затем в течение 10 суток в колодильнике при температуре +4°C, повышает лабораторную всхожесть семян на 20%.

Список литературы

1. Cox P. A. Dwarf rhododendrons. New York, 1973. 308 p.
2. Бабро А. А. Репродуктивная биология *Rhododendron schlippenbachii* Maxim. и *Rhododendron luteum* Sweet (Ericaceae). Дисс.... канд. биол. наук. СПб, 2009. 150 с.
3. Пастушенко О.А., Сахарова С.Г. Определение фертильности пыльцы североамериканских видов:

Rhododendron atlanticum (Ashe) Rehd., *Rh. viscosum* (L.) Torr., *Rh. occidentale* (Torr. et A.Gray) A.Gray // Сб. материалов Межд. научно-практич. конф. молодых ученых. (13-14 ноября 2007 г.). СПб.: Изд. политехн. ун-та 2008. С.106-109.

4. Нгуен Тхи Иен. Оптимизация выращивания сеянцев отдельных видов семейства Ericaceae DC. при интродукции // Автореф. дисс.... канд. с/х наук. СПб, 2008. 20 с.

5. Сахарова С.Г. Ускорение прорастания семян рододендрона камчатского // Вопросы обогащения генофонда в семеноведении интродуцентов. Тез. Докл. VIII Всесоюз. совещания. (5-8 апреля 1987) М. 1987 г. С. 106.

6. Сахарова С.Г. Лабораторная всхожесть семян рододендронов // Бюл. Гл. ботан.сада. 1993. Вып. 167. С. 124-129.

7. Кокшеева И. М. К методике определения жизнеспособности пыльцы у представителей рода *Rhododendron* L. (Ericaceae) // Ботан. журн. 2004. Т. 89, № 6. С. 1027-1030.

8. Некрасов В.И. Актуальные вопросы развития теории акклиматизации растений. М.:Наука, 1980. 102 с.

9. Kingdon-Ward F. Observations on the classification of the genus *Rhododendron*. – *Rhodod. Yearbook*, 1947, Pp. 99-114.

10. Прохвятилова А.А., Сахарова С.Г. Сравнительный анализ всхожести семян *Rhododendron ferrugineum* L. различного экологического происхождения // Сб. тез. ежегодной научно-практич. конф. молодых ученых «Современные проблемы и перспективы рационального лесопользования». СПб.:ГЛТА, 2006. С. 43-45.

11. Реймерс Ф. Э. Растение во младенчестве. Новосибирск, 1987. 185 с.

References

1. Cox P. A. Dwarf rhododendrons. New York, 1973. 308 p.
2. Babro A. A. Reproductivnaya biologiya *Rhododendron schlippenbachii* Maxim. i *Rhododendron luteum* Sweet (Ericaceae). [The reproductive biology of *Rhododendron schlippenbachii* Maxim. and *Rhododendron luteum* Sweet (Ericaceae). The dissertation on competition of a scientific degree of candidate of biological sciences] Dissertaciya na soiskanie uchenoi stepeni kandidata biologicheskikh nauk. SPb, 2009. 150 p.
3. Pastushenko O.A., Saharova S.G. Opredelenie feritnosti pilci severoamerikanskikh vidov *Rhododendron atlanticum* (Ashe) Rehd., *Rh. viscosum* (L.) Torr., *Rh. occidentale* (Torr. et A.Gray), A.Gray. [The determination of pollen fertility of North American species: *Rhododendron*

atlanticum (Ashe) Rehd., Rh. viscosum (L.) Torr., Rh. occidentale (Torr. et A. Gray) A. Gray.] Sbornik materialov Mejdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii molodih uchenih (13-14 noyabrya 2007). Saint-Petersburg: Izd. Politehnicheskogo univ-ta 2008. Pp. 106-109.

4. Nguen Thi Ien. Optimizaciya viraschivaniya seyancev otdechnih vidov semeistva Ericaceae DC. pri introdukcii // Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata selskohozyaistvennih nauk. [Optimization of cultivation of seedlings of individual species in the family Ericaceae DC. introduction// Abstract of thesis on competition of a scientific degree of candidate of agricultural sciences.] SPb, 2008. 20 p.

5. Saharova S.G. Uskorenie prorastaniya semyan rododendrona kamchatskogo // Voprosi obogascheniya genofonda v semenovedenii introducentov. Tezisi dokladov VIII Vsesoyuznogo soveschaniya. [The acceleration of seed germination of rhododendron Kamchatka // the Issues of enrichment of the gene pool in the seed of exotic species. Abstracts of the VIII all-Union meeting] (5-8 aprelya 1987) M., 1987. P. 106.

6. Saharova S.G. Laboratornaya vshojest semyan rododendronov [Laboratory germination of seeds of rhododendrons] // Byul. Glavn.Botan.Sada. [Bul.Main.Botan. Garden].1993.Iss 167. Pp. 124-129.

7. Koksheeva I. M. K metodike opredeleniya jiznesposobnosti pilci u predstavitelei roda Rhododendron L. (Ericaceae) [To the method of determining the viability of pollen in representatives of the genus Rhododendron L. (Ericaceae)] // Botanicheskii jurnal. [Botan.Journ.] 2004. Vol. 89, № 6. Pp. 1027-1030.

8. Nekrasov V.I. Aktualnie voprosi razvitiya teorii akklimatizacii rastenii. [Topical issues of development of the theory of acclimatization of plants] M., 1980. 102 p.

9. Kingdon-Ward F. Observations on the classification of the genus Rhododendron. – Rhodod. Yearbook, 1947, Pp. 99-114.

10. Prohvatilova A.A., Saharova S.G. Sravnitel'nii analiz vshojesti semyan Rhododendron ferrugineum L. razlichnogo ekologicheskogo proishojdeniya // Sbornik tezisev ejegodnoi nauchno-prakticheskoi konferencii molodih uchenih «Sovremennye problemi i perspektivi racionalnogo lesopolzovaniya». [Comparative analysis of seed germination of Rhododendron ferrugineum L. different ecological origin // Book of abstracts of annual scientific-practical conference of young scientists "Modern problems and prospects of sustainable forest management".] SPb.:SFA, 2006. Pp. 43-45.

11. Reimers F. E. Rastenie vo mladenchestve. [The plant in infancy] Novosibirsk, 1987. 185 p.

Информация об авторах

Сахарова Светлана Григорьевна, канд.с/х.наук, доцент

Корнеев Юлиа Сергеевна, аспирант

Семенова Елена Игоревна, магистр

Санкт-Петербургский лесотехнический университет им. С.М.Кирова

194021. Российская Федерация, Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5

Information about the authors

Sakharova Svetlata Grigorievna, Cand. Sci. Agri.

Korneenkova Yulia Sergeevna, Poastgraduate Student

Semenova Elena Igorevna, Student

Saint-Petersburg Forestry University named after S.M.Kirov 194021. Russian Federation, Saint-Petersburg, Institution line, 5

Г.А. Фирсов

канд. биол. наук, ст. н.с.

E-mail: gennady_firsov@mail.ru

Ю.Г. Калугин

н.с.

E-mail: kalugin_yuri@list.ru

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Ботанический институт им.

В.Л. Комарова РАН

Древесные растения экспозиции «японский сад» в ботаническом саду Петра Великого

Экспозицию «Японский сад» начали создавать в Ботаническом саду Петра Великого Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН с 2010 г. По состоянию на осень 2015 г. здесь представлено 78 таксонов древесных растений разных жизненных форм, относящихся к 41 роду 24 семейств. В том числе 6 видов Красной книги Российской Федерации (2008). Пятнадцать видов коллекции впервые введены в культуру Ботаническим садом Петра Великого. Создание Японского сада будет способствовать сохранению в культуре редких и ботанически интересных видов древесных растений флоры Восточной Азии и иметь культурно-просветительное значение.

Ключевые слова: японский сад, интродукция растений, Ботанический сад Петра Великого, Санкт-Петербург.

G.A. Firsov

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: gennady_firsov@mail.ru

Yu.G. Kalugin

Researcher

E-mail: kalugin_yuri@list.ru

Federal State Budgetary Institution for Science
Botanical Institute named after V.L. Komarov RAS

Woody plants in the exposition «Japanese Garden» in the Botanic Garden of Peter the Great

The exposition "Japanese Garden" in the Botanic Garden of Peter the Great in the Botanical Institute named after V.L. Komarov RAS (Saint-Petersburg, Russia) has existed since 2010. In the fall of 2015 it consisted of 78 taxa, attributed to 41 genera and 24 families, including 6 species recorded in the Red Data Book of Russian Federation. Among them there were 15 species, firstly introduced into the Botanic Garden of Peter the Great. The exposition "Japanese Garden" contributes to the preservation of rare and threatened East-Asian plant species ex situ, and it has a great cultural and educational value.

Keywords: Japanese garden, arboriculture, the Botanic Garden of Peter the Great, Saint-Petersburg.

В Ботаническом саду Петра Великого Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (БИН) создается новая экспозиция – «Японский сад». Важной целью его является размещение коллекционного материала в определенном ландшафтном пространстве с сохранением традиций классического японского сада. Здесь предусмотрены такие его типовые элементы, как пейзажный сад с прудом и островами журавля и черепахи, чайный сад с чайным павильоном и шаговыми дорожками, дзен сад со стриженными кустарниками и гравийными отсыпками. На фоне классических японских ландшафтных композиций будут представлены ценные виды древесных и травянистых растений. А сама территория новой экспозиции подготовлена для экспонирования таких групп растений, как древовидные пионы, японская сакура, дальневосточные клены, рододендроны и гортензии. Для Японского сада выбран участок 71, один из 145 участков Парка-дендрария, бывшая декоративная горка. В 2007 г. были восстановлены подпорные стенки по периметру участка и восстановлены каменные пешеходные дорожки. В 2011-2012 гг. сделаны многочисленные посадки деревьев и кустарников, закончена отделка «чайного домика». При этом старые

деревья и кустарники сохранены. Такие виды, как *Actinidia kolomikta*, *Physocarpus amurensis*, *Vitis amurensis* упомянуты на этом участке еще в путеводителе В.В. Уханова [1]. Потепление климата, проявляющееся в возрастании как зимних, так и летних температур, а также в удлинении вегетационного сезона [2] дает возможность представить в Японском саду более теплолюбивые виды, которые раньше считались не зимостойкими. Создание Японского сада будет способствовать сохранению в культуре редких и ботанически интересных видов древесных растений флоры Восточной Азии. Помимо этого, оно будет иметь и большое культурное и образовательное значение.

Принятые сокращения: всг. – в вегетативном состоянии, всх. – всходы (год появления всходов), выс. – высота, диам. – диаметр, куст. – кустарник, н.у.м. – над уровнем моря, окрест. – окрестности, пл. – плодоносит, пос. – посадка (год высадки на постоянное место с питомника в Парк), разн. – разновидность, уч. – участок, ф. – форма, чер. – черенки (растение выращено путем черенкования), шир. – ширина, цв. – цветет, цветение, экз. – экземпляр.

Обозначение учреждений, откуда были получены растения:

БИН – Ботанический сад Петра Великого Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН,

НОС Отрадное – Научно-опытная станция Отрадное БИН РАН, Приозерский район Ленинградской обл., 110 км к северу от Санкт-Петербурга.

Материалы и методы

Материалом для изучения служили растения коллекции Ботанического сада Петра Великого Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН в Санкт-Петербурге. Один из авторов статьи, Г.А. Фирсов, является куратором дендропитомника с 1986 г. (откуда поступила большая часть растений для Японского сада) и Парка-дендрария с 1994 г., с этих лет проводится непрерывный мониторинг за древесными растениями коллекции открытого грунта. Ю.Г. Калугин – автор идеи создания Японского сада и претворения ее в жизнь. Используются также литературные источники и результаты наблюдений за растениями прошлых лет, имеющиеся в Саду. Фенологические наблюдения проводились по методике Н.Е. Булыгина [3]. Естественная периодизация года (календарь природы) принята по Н.Е. Булыгину [4]. Для оценки обмерзания использовалась шкала П.И. Лапина [5]. Высота растений до 3,00 м измерялась мерной нивелирной рейкой с точностью до 1 см, до выс. 5,30 м – с точностью до 0,1 м. Высота более крупных деревьев – высотомером Suunto Co. (о/у Suunto Helsinki Patent) с точностью до 0,5 м. Диаметр ствола (см) измерялся на высоте груди (1,3 м).

Обсуждение результатов

По состоянию на осень 2015 г. приводится список видов и форм Японского сада. Даны латинское и русское название, число экземпляров, жизненная форма, происхождение, возраст (год появления всходов, или год привоза или получения живых растений) и год посадки на постоянное место, размеры, дата введения в культуру, некоторая дополнительная информация. Растения расположены в алфавитном порядке латинских названий, отдельно голосеменные (в начале списка) и покрытосеменные.

PINOPHYTA

Abies lasiocarpa (Hook.) Nutt. f. *compacta* Beissn. (Pinaceae) – Пихта субальпийская, ф. компактная. 1 экз. Дерево, растет здесь до основания Японского сада. Вых. 1952 г., пос. 16.05.1966. В возрасте 55 лет была 5,1 м выс. [6], сейчас 6,2 м выс. Первое пл. в 2014 г. Зимостойкость 1, однако повреждается хермесом. Нижние ветви при соприкосновении с почвой могут укореняться.

Chamaecyparis pisifera (Siebold et Zucc.) Endl. 'Boulevard' (Cupressaceae) – Кипарисовик горохоплодный «Булевард». 3 экз. Дерево. Чер. 1993 г. (от В.М. Рейнвальда), вегетативное потомство БИН, пос. 5.10.2011. Зимостойкость 2-4. Вег. Размеры самого высокого экз.: 2,68 м выс., 4 см diam., крона 1,4 x 1,5 м. Для более высокой декоративности нужно удалять

засохшую хвою внутри кроны. Наиболее декоративен в молодом возрасте.

Chamaecyparis pisifera (Siebold et Zucc.) Endl. 'Plumosa Flavescens' – Кипарисовик горохоплодный «Плюмоза Флавесценс», ф. перистая желтеющая. 1 экз. Дерево, напоминающее естественный бонсай: 1,93 м выс., 1 см diam., крона 1,8 x 2,0 м. Чер. в 1995 г. от П.И. Милостивого из ботанического сада Киевского университета (Украина). Пос. 2011 г. Вег. Зимостойкость 2-4, однако восстанавливается и сохраняет декоративность. Издали выделяется яркой желто-сернистой хвоей, особенно ярко весной в период роста побегов.

Chamaecyparis pisifera (Siebold et Zucc.) Endl. 'Squatosa' – Кипарисовик горохоплодный «Скварроза». 3 экз. Дерево, более крупный экз.: 4,07 м выс., 6 см diam., крона 1,8 x 2,0 м. Вегетативное потомство БИН, чер. 1993 г., от В.М. Рейнвальда, пос. 12.05.2012. В последние мягкие зимы без обмерзания. Вег. Осенью (как и у других кипарисовиков) наблюдается естественный веткопад, пожелтение и опадение нижележащей хвои. Отличается мягкой игловидной хвоей, отстоящей от побегов, с серебристо-серым оттенком.

Juniperus chinensis L. (Cupressaceae) – Можжевельник китайский. 1 экз. Одноствольное дерево с плоской верхушкой: 2,80 м выс., 8 см diam., крона 2,8 x 2,6 м. Растение с уч. 119 (Иридарий) в 2012 г. Зимостойкость 1. Пл. Хвоя как чешуйчатая, так и игольчатая. Двудомное или однодомное дерево с широким ареалом от Мьянмы (Бирмы) до Японии и Тайваня, образует много разновидностей и форм.

Juniperus davurica Pall. – Можжевельник даурский. 1 экз. Чер. 1999 г. из ботанического сада-института ДВО РАН, Владивосток, пос. 12.05.2012 г. Образует густой ковер на склоне восточной экспозиции в дальней части участка, 2,8 x 2,2 м, при высоте всего 0,35 м. Зимостойкость 1-4, декоративность сохраняется. Вег. Одно из лучших почвопокровных хвойных. Ветви при соприкосновении с почвой укореняются. Хвоя преимущественно игловидная, чешуевидные листья только на концах побегов.

Juniperus sabina L. 'Variegata' – Можжевельник казацкий «Вариегата», ф. пестролистная. 1 экз. Распростертый куст, выс. 1,05 м, крона 2,2 x 1,8 м. Чер. из Латвии, ботанический сад Саласпилс, 1988 г., пересажен с уч. 119 в 2012 г. Подстрижен в виде шара. Зимостойкость 2. Вег. Декоративен пестрой окраской хвои весь вегетационный сезон. По сравнению с типичной формой растет медленнее. Очень привлекательная форма, которая подходит для украшения альпийских садов, лучше на светлых местах. По мнению А. Auders, D. Spicer [7] известна с 1822 г. Однако в списках растений Ботанического сада Петра Великого появилась раньше, в 1808 г. [6].

Microbiota decussata Kom. (Cupressaceae) – Микробиота перекрестнопарная. 1 экз. Густой почвопокровный куст, ширина больше высоты: выс. 0,90 м, крона 3,4 x 2,6 м. Вегетативное потомство БИН, чер. 1991 г. с уч. 116, пос. в 1999 г. на иридарий (уч. 119), позже (2012 г.) пересажена на уч. 71. Слегка подстрижена после пересадки. Сравнительно зимостойкая, подмерзает в мягкие зимы при отсутствии снежного покрова. Пл. редко и эпизодически (после пересадки нет). Вид Красной книги РФ [8]. Единственный эндемичный

род голосеменных растений во флоре России (Приморский и Хабаровский край). Считается почвоулучшающим и лекарственным растением, подходит для одиночных и групповых посадок, на склоны и альпийские горки, для приусадебных участков.

Picea glauca (Moench) Voss 'Conica' (Pinaceae) – Ель канадская «Коника», ф. коническая. 1 экз. Медленно растущее дерево, 1,86 м выс., 3 см диам., крона 1,4 x 1,2 м, прирост побегов всего 3–4 см, образует плотный широкий конус до поверхности почвы. Пересажена из Иридария (уч. 119) в 2012 г. (растение от И. А. Коршуновой). Зимостойкость 1. Вег. Самая популярная из садовых форм этого вида. Медленно растущая, густая и компактная, с тонкими гибкими побегами и радиально расположенной хвоей.

Pinus densiflora Siebold et Zucc. (Pinaceae) – Сосна густоцветковая. 1 экз. Семена из экспедиции Сада в Приморский край, Хасанский район, сбор семян Г.А. Фирсовым в сентябре 1997 г., на полуострове Гамова, бухта Теляковского, на скалах вдоль побережья Японского моря, 70 м н.у.м., всх. 1998 г., пос. на «Острове Черепахи» 5.10.2011. Вид Красной книги РФ [8]. Вег. В 2013 г. немного подрезана, формируется как бонсай. Выс. 1,88 м, диам. 4 см, крона 1,2 x 1,3 м. Выделяется коричневыми чешуйками заостренных почек с густо расположенными светлыми бахромками по краям [6].

Pinus pumila (Pall.) Regel f. *glauca* Regel – Кедровый стланник, ф. сизая. 1 экз. Куст.: 1,35 м выс., крона 2,5 x 1,5 м. Растение от С.И. Чабаненко в мае 1998 г. из ботанического сада Южно-Сахалинска, семена из природы о-ва Кунашир, склоны вулкана Головинна, всх. 1993 г. Пос. 12.05.2012. Зимостойкость 1. В 2014 г. первое пл. Один из самых морозоустойчивых видов среди древесных растений.

Platycladus orientalis (L.) Franco 'Sieboldii' (Cupressaceae) – Плосковеточник восточный «Зибольди», ф. Зибольда. 1 экз. Дерево: 1,30 м выс., крона 0,8 x 0,8 м. Чер. от А.В. Холоповой из Гамбургского ботанического сада, Германия, в 1998 г. Пос. 5.10.11. Зимостойкость 1. Пл., созревают заметно позже чем у более известной туи западной. Карликовая густо ветвящаяся форма с золотисто-зеленой хвоей на молодом росте.

Taxus baccata L. (Taxaceae) – Тисс ягодный. 1 старый экз., растет до образования Японского сада, возраст ~75 лет, образует большую кустовидную куртину со стелющимися и распростертыми ветвями, в дальней части, со стороны Большой Невки, на склоне восточной экспозиции. По данным инвентаризации 1981 г. в то время достигал 1,2 м выс., сейчас 3,25 м выс., Вид постоянно представлен во всех каталогах Сада, начиная с 1736 г. В Санкт-Петербурге был одним из первых древесных интродуцентов. Занесен в Красную книгу РФ [8]. В прошлом регулярно обмерзал, особенно в аномально суровые зимы, поэтому неоднократно восстанавливался в коллекции. В последние мягкие зимы зимостойкость 1. Пл. регулярно и обильно.

Taxus baccata L. 'Fastigiata' – Тисс ягодный «Фастигиата», ф. пирамидальная. 1 экз. Кустовидное дерево, ветвится 10 см выше корневой шейки. Выс. 1,39 м, с приподнятыми ветвями, образует компактную крону 1,4 x 1,3 м. Пересажен с уч. 99 в 2015 г., под кроной *Acer palmatum*. Выращен из семян,

полученных из Гамбургского ботанического сада, Германия, всх. 1999. Зимостойкость 1. Вег.

Taxus baccata L. f. *pendula* Jaeg. – Тисс ягодный, ф. плакучая. 1 экз. Дерево 5,20 м выс. (в 1981 г. был всего 1,5 м выс.). Возраст ~75 лет. Отличается плакучими повисающими молодыми побегами. По зимостойкости не отличается от типичной формы. Цв. (мужской). Опылитель для растущего рядом женского экз.

Thuja occidentalis L. 'Hetz Midget' (Cupressaceae) – Туя западная «Хетц Миджет». 7 экз. Пересажены в зрелом возрасте в 2011 г. с уч. 119–121. Один из лучших экз. у пузыреплодника амурского – 1,12 м выс., крона 2,2 x 2,1 м, с причудливо изогнутыми толстыми побегами и туго закрученной плотной темно-зеленой хвоей, очень медленного роста. Зимостойкость 1. Пл. В Саду с 1956 г. Выращивался под разными названиями (которые не соответствовали описанию). Культивар «Хетц Миджет» возник около 1928 г. в Fairview Nurseries, США, введен в культуру в 1942 г. [7].

Thuja occidentalis L. 'Umbraculifera' – Туя западная «Умбракулифера», ф. зонтиковидная. 1 экз. Стриженный плотный шар, 1,7 м выс. Чер. из Латвии, ботанический сад Рижского университета, 1984 г. Пересажена с уч. 119 в 2011 г. Зимостойкость 1. Пл.

Thuja occidentalis L. 'Variegata' – Туя западная «Вариегата», ф. нестролистная. 1 экз. Дерево 4,5 м выс. Вегетативное потомство БИН, чер. 1983 г. с уч. 99. Пос. на уч. 119 в 1999 г., пересажена на уч. 71 в 2011 г. Зимостойкость 1. Пл. Наиболее декоративна весной и в первой половине вегетационного сезона, когда окраска хвои более яркая.

Thujopsis dolabrata Siebold et Zucc. ex Endl. 'Variegata' (Cupressaceae) – Туевик японский «Вариегата», ф. пестролистная. Побеги и хвоя с белыми пятнами. 2 экз. Невысокое дерево, напоминающее карликовый бонсай. Взрослые растения из оранжереи № 2 БИН. Более крупный экз.: 1,90 м выс., 2 см диам., крона 1,5 x 1,9 м. Пос. в 2012 г. (до этого много лет выращивались в горшках), в дальней части участка, среди камней, у нершины на северном склоне. Зимостойкость 1–2. Вег. Сохраняет высокую декоративность в течение всего года, отличается очень крупной чешуйчатой хвоей. Вид был отмечен среди замечательных деревьев Парка БИН А.А. Фишером-фон-Вальдгеймом еще в 1905 г.

MAGNOLIOPHYTA

Acer japonicum Thunb. (Aceraceae) – Клен японский. 2 экз. Семена от А.В. Холоповой из Германии в октябре 1998 г., Гамбургский ботанический сад, всх. 1999 г., пос. 2013 г. Сохраняет жизненную форму дерева, но ветвится сразу выше корневой шейки, обмерзает в холодные зимы. Первое пл. в 2015 г. у деревца с искривленным стволом за чайным домиком, у орешника: 1,3 м выс., крона 1,3 x 1,2 м. Второй экз., ближе к вестибюлю оранжерей: выс. 1,35 м, крона 1,3 x 1,1 м. В последние мягкие зимы без обмерзаний, раньше считался незимостойким. Вид Красной книги РФ [8], во флоре России только на о-ве Кунашир. В Японии один из важных компонентов садово-паркового строительства [9]. Исключительно декоративен в осенней окраске листьев.

Acer mayrii Schwer. – Клен Майра. 1 экз. Растение из экспедиции Сада на остров Сахалин, побережье Татарского пролива, у поселка Пионеры, в 2004 г. Пос. 2011 г., возле тиса ягодного на горке. Выс. 4,05 м, диам. 4 см, крона 1,6 x 1,7 м. Близкий вид к клену мелколистному и замещает его на Сахалине и Курильских о-вах, трудно от него отличим. Различается опушенными черешками листьев, листья снизу по жилкам волосистые [9]. Зимостойкость 1. Вег. Боковая часть кроны подрезалась. Осенние листья окрашиваются в темно-желтые тона. Более устойчив к мучнистой росе листьев по сравнению с местным кленом остролистным.

Acer miyabei Maxim. – Клен Мийабе. 1 экз. Семенное потомство БИН с уч. 19 (второе поколение), всх. 2004 г., пос. 2011 г. Пл. Описан ботаником Императорского Санкт-Петербургского ботанического сада К.И. Максимовичем в 1888 г. и назван в честь японского ботаника К. Мийабе, профессора университета г. Саппоро. Трехствольное дерево, 3,60 м выс., 3 см диам., крона 1,9 x 1,8 м. В 2014 г. подрезаны концы побегов. Зимостойкость 1. Вег. Замещает в Японии более известный клен полевой (*Acer campestre* L.).

Acer mono Maxim. – Клен мелколистный. 1 экз. Дерево: 2,30 м выс., 6 см диам., крона 2,0 x 2,4 м. Еще на питомнике перед высадкой стал формироваться как бонсай (с подрезкой и оттяжкой ветвей). Семена из экспедиции в Приморский край, сбор Г.А. Фирсова: Сияотэ-Алинь, гора Чандаз (Криничная), у скал на вершине, 750 м н.у.м., в 1997 г., пос. 2011 г. Зимостойкость 1. Вег. (пл. на других участках Парка). После обрезки меняется ритм роста побегов, наблюдается длительный рост побегов во второй половине вегетационного сезона. Замещает клен остролистный на Дальнем Востоке, но меньших размеров. Введен в культуру Ботаническим садом БИН [10].

Acer palmatum Thunb. – Клен веерный. 3 экз. Дерево. Взрослое растение из карантинной оранжереи БИН от В.И. Соловьева, возраст ~15 лет, пос. в 2011 г. Более высокий экз. за чайным домиком: выс. 2,90 м; диам. 3 см, крона 2,1 x 2,2 м. Зимостойкость 1-4. Раньше считался субтропическим оранжерейно-комнатным растением, вымерзающим в Санкт-Петербурге. В последние годы без обмерзаний. Вег. (пл. на других участках Парка). Один из лучших кленов в осенней окраске листьев.

Acer pseudosieboldianum (Pax) Kom. – Клен ложнозибольдов. 2 экз. Кустовидное деревце, у пруда – 1,72 м выс., диам. 1 см, второй экз. у дерева черемухи обыкновенной, таких же размеров. Растение от М.Н. Колдаевой, из природы Приморского края, п-ов Муравьева-Амурского, сев. окрест. Владивостока, смешанный лес, склоны на сопках, в 2009 г., пос. в 2011 г. Зимостойкость 1. Вег. (пл. на других участках Парка).

Acer ukurunduense Trautv. et Mey. – Клен желтый. 1 шт. Дерево: 3,56 м выс., диам. 3 см, крона 2,4 x 2,0 м. Пос. с питомника в 2012 г., семена из природных условий Приморского края. Зимостойкость 1. Пл., выращивается из местных семян. Очевидно, введен в культуру Ботаническим садом БИН, здесь представлен с 1887 г. [11]. Цветет сравнительно поздно, летом, вместе с кленом татарским. Семена, в отличие от большинства других кленов, созревают рано.

Actinidia arguta (Siebold et Zucc.) Planch. ex Miq. (Actinidiaceae) – Актинидия острая. 2 экз. одного происхождения. Лиана, поднимается до верха шпалеры: 2,86 м выс. (ближняя) и 2,01 м выс. (дальняя от вестибюля оранжереи). Семена с о-ва Сахалин, побережье Татарского пролива, хвойно-широколиственный лес у поселка Пионеры, сбор Г.А. Фирсова 22.09.2004, всх. 2005 г., пос. 2013 г., с левой стороны шпалеры. Зимостойкость 2. Вег. (пл. на других участках Парка). В Саду выращивается из местных семян. Очевидно, введена в культуру Ботаническим садом БИН.

Actinidia kolomikta (Maxim.) Maxim. – Актинидия коломикта. 3 экз. Испытания в Саду начались благодаря Р.К. Мааку, который впервые в 1853 г. собрал семена на р. Амур близ устья р. Уссури [11]. Более старый экз. поднимается до 7 м выс. по стволу черемухи обыкновенной, угнетен виноградом амурским. На этом уч. отмечал еще В.В. Уханов [1]. Цв., мужской экз. Молодые посадки представляют собой 2 образца, оба с Дальнего Востока. В Саду выращивается из местных семян. Введена в культуру Ботаническим садом БИН [10].

Betula pendula Roth 'Youngii' (Betulaceae) – Береза повислая «Юнг», ф. Юнга. 1 экз. неизвестного происхождения, растет до образования Японского сада, возраст ~55 лет. Невысокое деревце, наклонившееся над подпорной стенкой. Выс. 1,20 м, крона 2,1 x 2,9 м (привита немного выше корневой шейки, высота растения зависит от места прививки). По данным инвентаризационного описания 1981 г., в то время «крона раскидистая, пригнута к земле, на стволике кап, прививка стелющейся формы», была 0,5 м выс. Зимостойкость 1. Пл. Используется в качестве привоя при вегетативном размножении этой формы в Саду [12].

Buxus sinica (Rehd. et Wils.) M. Cheng. (Buxaceae) – Самшит китайский. Вечнозеленый медленно растущий куст. с плотной кроной, 0,70 – 0,80 м выс. Вегетативное потомство БИН, чер. 2004 г., пос. 2011 г. Три экз. пос. в линию вдоль одной из дорожек, за чайным домиком. Зимостойкость 1. Вег. (в других местах Парка пл.). В открытом грунте получен из оранжереи БИН, с 1977 г. [11]. Устойчив к болезням и вредителям, может выдерживать значительное затенение.

Celastrus orbiculatus Thunb. (Celastraceae) – Древогубец крупнолистный. 1 экз. Лиана. Семенное потомство БИН (с уч. 73), второе поколение, всх. 1999 г., пос. 4 мая 2013 г. с правой стороны шпалеры, напротив *Physocarpus amurensis*, выс. 3,15 м. Зимостойкость 2. Вег. (пл. на других участках Парка). Самый устойчивый вид этого рода в Петербургском климате. Ценится для вертикального озеленения за свои листья и обильные яркие плоды.

Celastrus strigillosus Nakai – Древогубец щетковидный. 1 экз. Лиана. Вегетативное потомство БИН, 1999 г., отпрыск (маточник из экспедиции на о-в Кунашир, у побережья Кунаширского пролива, лесная просека у мыса Столбчатый в южной части острова, семена, сбор Г.А. Фирсова и А.В. Холоповой 30.09.1989, всх. 1990 г.), пос. 4 мая 2013 г. с левой стороны шпалеры. Зимостойкость 2. Вег. Вид очень близкий к *C. orbiculatus*, иногда рассматривается как его синоним. Отличается сверху морщинистыми листьями вследствие вдавленной сети жилок, жилки снизу выступающие, слегка

ребристые; цветки одиночные или реже пучками на коротких цветоножках. Культивировался в СССР, в Ленинграде, в Ботаническом саду Ботанического института АН СССР уже в 1958 г. [13]. Более ранних сведений о культуре в европейских садах найти не удалось.

Corylus avellana L. (Betulaceae) – Лещина обыкновенная. 1 экз. Куст. 7,5 м выс. Возраст около 100 лет, здесь до основания Японского сада. Вид местной флоры. В Саду с 1736 г. по настоящее время без перерывов [11]. Возможно, был представлен на Аптекарском острове до основания Аптекарского огорода. Цв. ежегодно и обильно, пл. редко и эпизодически. Важный феноиндикатор местного календаря природы.

Cotoneaster lucidus Schlecht. (Rosaceae) – Кизильник блестящий. Стриженная изгородь вокруг участка (на выс. 1,1 – 1,25 м), растения с восточноевропейских питомников, пос. в 2011 г. Введен в культуру Ботаническим садом БИН [11], и представлен здесь постоянно с 1850 г. Вид из Красной книги РФ [8]. Зимостойкость 1. Пл., в Саду образует самосев, достигающий плодоносящего состояния.

Daphne giraldii Nitsche (Thymelaeaceae) – Волчегородник Джиральда. Куст. 1,17 м выс., крона 1,3 x 0,9 м. Семенное потомство БИН, второе поколение (маточник на питомнике погиб). Пос. 5.10.2011. Зимостойкость 1. Пл. обильно и ежегодно, созревают намного позже местного вида – волчегородника смертельного. Высоко декоративен в период плодоношения, в субсезоны «начала осени» и «золотой осени». Требуется хорошего дренажа, неустойчив к выпреванию и вымоканию. В период цветения выделяется желтыми цветками, цветет намного позже местного волчегородника смертельного.

Euonymus europaeus L. (Celastraceae) – Бересклет европейский. 1 экз. Трехствольный куст, на выс. 1 м разветвляется на 7 стволов. Представляет собой поросль от старого пня, растет до основания Японского сада. Сильно обмерз в аномально суровую зиму 1986/87 г., однако восстановился. Возраст около 100 лет (по инвентаризации 1981 г. возраст был указан 60 лет, выс. 6 м, диам. 16 см). Выс. 5,6 м (в 2008 г. – 4,1 м выс., в 2013 г. – 5,0 м выс.). Пл., образует самосев. Самый устойчивый и длительно существующий бересклет в коллекции [11].

Fargesia murielae (Gamble) T.P. Yi 'Simba' (Poaceae) – Фаргезия Муриэль «Симба». Один из лучших, высокодекоративных и устойчивых видов бамбука для декоративного садоводства в странах Западной Европы (Hillier, Coombes, 2002). Интродуцирован из Китая в 1913 г. Эрнестом Вильсоном и назван в честь его дочери. Род фаргезия – крупный род китайских бамбуков, образующих густые куртины. Культивар «Симба» – компактная форма, до 2 м выс. В Японском саду – до 1,45 м выс., крона 1,6 x 1,4 м, с узкими листьями (около 15 мм шир.) и тонкими побегами. Густая куртина, отпрысков не образует, держится в границах двух близко посаженных друг к другу кустов. Устойчива и сохраняет высокую декоративность. Вег.

Hydrangea arborescens L. 'Annabelle' (Hydrangeaceae) – Гортензия древовидная «Аннабелле». Куртина из более чем 10 экз. Вегетативное потомство БИН, чер. 2004 г. (маточник от А. Фирсова и В.М. Рейнвальда из Германии, Гамбургский ботанический сад, в 1993 г.). Пос. 23.07.2012. Выс. 1,20–1,30

м. Зимостойкость 2. Пл. единично (почти все цветки стерильные, они плодов не образуют). Очень декоративная форма с крупными головками соцветий, до 25 см диам. Отличается длительным и обильным цветением во второй половине лета, соцветия после отцветания зеленеют. Привлекательна до конца сентября, до подсезона «золотой осени», а отдельные соцветия и дольше.

Hydrangea macrophylla (Thunb.) Ser. 'Otaksa' – Гортензия крупнолистная «Отакса». Куртина из 3 шт. Куст. до 0,70 м выс. Чер. от Г.А. Фирсова и В.М. Рейнвальда из Германии, Гамбургский ботанический сад, в 1993 г., пос. 23.07.2012. Один из самых устойчивых культиваров этого вида. Зимостойкость 2–5. Однако восстанавливается и цветет даже после сильных обмерзаний. Почти все цветки стерильные, однако пл. В Саду, как и другие гортензии, легко разводится из черенков.

Hydrangea paniculata Siebold 'Mustila' – Гортензия метельчатая «Мустила». 1 экз. Куст., 1,58 м выс., крона 0,9 x 1,0 м. Растение, подарок от Юкки Рейникайнена, арборетум Мустила, Финляндия, в 2003 г., пос. 23.07.2012, рядом с тисом. Соцветие удлиненное, листья сравнительно мелкие, побеги тонкие. Форма выделена по зимостойкости и устойчивости к климату Скандинавии. Осенью белые стерильные цветки розовеют. Пл.

Hydrangea robusta Hook. et Thoms. – Гортензия мощная. 3 экз. Куст. Лучший экз.: выс. 1,55 м, диам. 1 см, крона 1,9 x 1,8 м. Семена из Англии, подарок от Международного дендрологического общества, всх. 1996 г., пос. 5.10.2011. Слабозимостойкий вид из Гималаев. Отличается длительной вегетацией и поздним созреванием плодов. Первое пл. в 2014 г. (у двух из трех кустов). Крупные густо опушенные листья снизу серо-войлочные, на толстых пурпурных черешках. Соцветия очень крупные, до 30 см диам.

Hydrangea serrata (Thunb.) Ser. – Гортензия пильчатая. Всего 5 экз. Куст. В дальней части участка, у тиса: чер. 2005 г. Вегетативное потомство БИН., пос. 23.07.2012, до 1,0–1,1 м выс. Зимостойкость 2. Пл. Осенняя окраска листьев розово-пурпурная.

Hydrangea serrata (Thunb.) Ser. 'Preziola' – Гортензия пильчатая «Прециола». 3 экз. Куст., лучший экз. 0,55 м выс., крона 0,65 x 0,7 м. Чер. от Г.А. Фирсова и В.М. Рейнвальда из Германии в 1993 г., Гамбургский ботанический сад, пос. 23.07.2012. Отличается длительным цветением и продолжительной вегетацией, осенью стерильные цветки ярко-пурпурные. Зимостойкость 2–4 (в холодные зимы может обмерзнуть до корневой шейки или уровня снега, но восстанавливается). Пл.

Lonicera henryi Hemsl. (Caprifoliaceae) – Жимолость Генри. Куртина из 3 шт., пос. в одну лунку. Вечнозеленая лиана с длительно растущими побегами, выс. 0,3 м. (без опоры). Вег. Растение из оранжерей БИН в 2015 г.

Lonicera tatarica L. – Жимолость татарская. 1 экз. Куст. 5,60 м выс. и 9 см диам. Один из старейших экз. этого вида в Парке, здесь до основания Японского сада, возраст превышает 100 лет. Вид введен в культуру Ботаническим садом БИН. Зимостойкость 1–2. Пл., образует самосев.

Magnolia kobus DC. var. *borealis* Sarg. (Magnoliaceae) – Магнолия кобус, разн. северная. 1 экз. Невысокое дерево: выс. 3,15 м, диам. 3 см, крона 2,2 x 2,6 м. На открытом месте образует низко опущенную сравнительно густую крону, с крупными листьями. Семена из ботанического сада Киевского университета, всх. 2002 г., пос. 5.10.2011. Зимостойкость 1. Вег. (первое цв. в 2014 г. на других участках Парка). Считается самой устойчивой из азиатских магнолий. Долго сохраняет зеленые листья осенью.

Mahonia aquifolium (Pursh) Nutt. (Berberidaceae) – Магония падуболистная. Растение от С.В. Шевчука, семена из Германии, Гамбургский ботанический сад, всх. 2005 г. Невысокий почвопокровный куст., 0,90 м выс., крона 1,6 x 0,8 м. Пос. в 2014 г., за чайным домиком, вдоль внутренней дорожки, у пихты субальпийской. Зимостойкость 1. Вег. Отличается глянцевыми блестящими темно-зелеными вечнозелеными листьями на красноватых черешках, осенью часть из них приобретают красную окраску.

Padus avium Mill. (Rosaceae) – Черемуха обыкновенная. 1 экз. Куртина из четырех близко посаженных деревьев (возможно порослевого происхождения), 17 м выс., диам. (самого толстого ствола) 32 см, возраст около 50 лет, служит опорой для винограда амурского и актинидии коломикта. Вид местной флоры, вероятно, произрастающий здесь до создания Аптекарского огорода, в парке образует обильный самосев, однако недолговечен. Важный дендрофеноиндикатор календаря природы. Начало цветения черемухи – индикатор наступления второго феностапа подсезона «разгара весны», а созревание ее плодов символизирует наступление третьего феностапа «полного лета».

Paeonia lutea Franch. (Paeoniaceae) – Пион желтый. 1 экз. Куст. 1,65 м выс. Семена из Англии, от Международного Дендрологического Общества, всх. 1996 г., пос. 5.10.2011. Вег. (пл. на других уч. Парка). После зимы 2013/14 г. обмерз до корневой шейки, но к осени восстановился. Выделяется крупными разрезными светло-зелеными листьями с пурпурными черешками. Ценное декоративное растение с крупными желтыми цветками.

Paeonia suffruticosa Andr. – Пион древовидный. Более 20 экз. разных сортов, привитых на травянистые пионы. Растения получены из Японии, пос. 2012 г. Выс. до 1,10 м. Может зимовать в открытом грунте без значительных повреждений. Цв. (пл. на других участках Парка).

Philadelphus satsumi Lindl. ex Paxton (Hydrangeaceae) – Чубушник Сатсуми. 1 экз. Куст. выс. 2,50 м, диам. 1 см, крона 2,1 x 2,0 м. Семена от лорда Ховика из экспедиции английских ботаников в Японию: о-в Хонсю, префектура Гунма, 1275 м н.у.м., всх. 1998 г., пос. 5.10.2011. Пл. Сравнительно невысоких размеров, с тонкими побегами, длинно-заостренными мелко-пильчатыми листьями и мелкими цветками. Зимостойкость 1. Пл., выращивается из местных семян. Отличается поздним окончанием вегетации.

Physocarpus amurensis (Maxim.) Maxim. (Rosaceae) – Пузыреплодник амурский. 1 экз. Растет до основания Японского сада. Выс. около 4 м, до 20 см диам. стволов чуть выше корневой шейки. В Саду постоянно с 1858 г., семена доставлены

К.И. Максимовичем в 1856 г. Введен в культуру Ботаническим садом БИН [10]. Самый старый экз. находится на уч. 71 – возможно, не только в парке, но и в культуре вообще [11]. Подрезан и прочищен в 2008 г. при ремонте участка. Зимостойкость 1-2. Пл., образует самосев.

Prunus incisa Thunb. (Rosaceae) – Слива надрезаннолистная. 8 экз., привоз растений архитектором Японского сада госпожой Ямада Мидори весной 2012 г. Декоративная сакура из Японии, обычно кустарниковая, но может расти и как маленькое дерево. Отличается ранним обильным цветением, листья мелкие, дважды пильчатые по краю, сильно надрезанные; цветки белые, маленьких размеров. Часто применяется в Японии как бонсай. Зимостойкость 1. Цв.

Prunus lannesiana (Cartiere) E.H. Wilson 'Beni-Yutaka' (Rosaceae) – Слива Ланнеза «Бени-Ютака», «дерево сенсеев». 3 экз. Черенки получены из Японии, с о-ва Хоккайдо, в 2004 г. Прививка В.И. Соловьева на *Prunus divaricata* Ledeb. Лучший экз. у чайного домика, на склоне южной экспозиции: выс. 3,55 м, диам. 7 см, крона 2,6 x 2,9 м. Пос. 28 мая 2010 г. в день закладки экспозиционного участка «Японский сад» автором проекта Японского сада профессором со-катоку Института Икэнбун – госпожой Ямада Мидори и преподавателем японского языка АНО «Японский центр в Петербурге» – В.А. Калининой. Второй экз. – тот же образец, также посажены почетными гостями, на противоположном склоне, напротив розы морщинистой, меньших размеров. После последних мягких зим зимостойкость 1. Цв.

Prunus sp. – Симадзакура. Привоз растений архитектором Японского сада – госпожой Ямада Мидори из Японии весной 2012 г. 3 экз., почти одинаковых размеров, до 1,16 м выс. Искривленное деревце с густой кроной (1,2 x 1,1 м) почти без штамба. Зимостойкость 1. Вег.

Prunus x yedoensis Matsum.) 'Shidare-yoshino'. 1 экз., у сирени амурской. Выс. 2,12 м, диам. 3 см. Привита на штамбе на выс. 1,57 м. Пос. в 2012 г. Маленькое дерево с горизонтальными ветвями, свисающими до земли, образующими арку. Зимостойкость 1. Цв.

Quercus crispula Blume (Fagaceae) – Дуб курчавенький. 1 экз. Выс. 1,50 м, диам. 1 см. Семена из экспедиции на о-в Сахалин, побережье Татарского пролива, у поселка Пионеры, в сентябре 2004 г., пос. 5.10.2011. Зимостойкость 1. Вег. Вид входил в Красную книгу СССР. Более устойчив к мучнистой росе листьев по сравнению с местным дубом черешчатым. Слабо изученный и мало распространенный в культуре вид [9].

Rhododendron brachycarpum D. Don (Ericaceae) – Рододендрон короткоплодный. Образец из Саппоро, из природных условий о-ва Хоккайдо, Япония, всх. 1984 г. 2 экз. пос. в 2010 г., еще 2 экз. в 2012 г., самый высокий 1,35 м выс. Группа в дальней части участка, со стороны Большой Невки, у тиса. Зимостойкость 1. Пл. Как и большинство других плодоносящих здесь рододендронов, выращивается из местных семян. Введен в культуру Ботаническим садом БИН [10], благодаря К.И. Максимовичу. А.А. Фишер-фон-Вальдгейм еще в 1905 г. отмечал этот вид среди замечательных деревьев и кустарников в парке.

Rhododendron brachycarpum D. Don subsp. *tigerstedtii* Nitzelius - Рододендрон короткоплодный, подвид Тигерштедта. 1 экз. Куст. Выс. 0,92 м, крона 0,9 x 1,1 м. Пос. в 2014 г., с южной стороны чайного домика, у подпорной стенки. Растение, подарок от Юкки Рейникайнена, Арборетум Мустила, Финляндия, из местных семян, в 2003 г. Зимостойкость 1. Бер. Осенью желтеют и опадают часть нижних листьев. Происходит из Кореи, отличается более крупными листьями (до 25 см дл.), более толстыми побегами, цветки с более развитой чашечкой, на более длинных цветоножках, цветет раньше типичного подвида.

Rhododendron brachycarpum D. Don f. *rosaeflorum* Miyoshi - Рододендрон короткоплодный, ф. розовоцветковая. 1 экз., семена из Чехии, Стеборице, Опава, арборетум Нови Двур, всх. 1986 г., пос. 12.05.2012. В дальней части участка, у ступенек, рядом с тисом. Зимостойкость 1. Пл.

Rhododendron japonicum (A. Gray) Suring. f. *aureum* E.H. Wilson - Рододендрон японский, ф. желтоцветковая. Группа из 32 экз., всх. 2011 г. пос. в мае 2015 г., в дальней части участка с южной стороны, выс. 0,42-0,61 м. Зимостойкость 1. Пл. Представляет собой семенное потомство БИН третьего поколения.

Rhododendron Кнап Hill Hybrids - рододендроны группы Кнап Хилл (*Deciduous Hybrid Azaleas* - листопадные гибридные азалии). Много куртин в разных местах участка. Пос. в 2011 г., с восточноевропейских питомников. Зимостойкость 1. Пл. Представители этой группы имеют окраску цветков разных оттенков, обычно без запаха, в лучших условиях до 1,8-2,5 м выс. Большая и красочная группа садовых листопадных гибридов, возможно происходящих от *R. calendulaceum* (Michx.) Torr. x *R. molle* (Blume) G. Don, Ghent Hybrids x *R. molle*, а также *R. occidentale* (Torr. et A. Gray) A. Gray x *R. arborescens* (Pursh) Torr. Первоначально получены Anthony Waterer на питомнике Кнап Hill Nursery.

Rhododendron morii Hayata - Рододендрон Мори. 2 экз. Семени из Германии, Бремен, Рододендрон-Парк, всх. 1984 г. Первый экз. пос. 2011 г.: 2,50 м выс., 3 см диам. Второй пересажен весной 2015 г. с уч. 96 Парка: 2,05 м выс., 3 см диам. Цв. (В 2014 г. часть цветочных бутонов не раскрылись, могут подмерзнуть даже в мягкие зимы). Однако плодоносит на других уч. Парка и выращивается из местных семян.

Rhododendron mucronulatum Turcz. - Рододендрон остроколючный. 1 экз. Нижняя часть участка, перед чайным домиком, выс. 1,90 м, диам. 1 см, крона 1,7 x 1,6 м. Семени из экспедиции в Приморский край, сбор Г.А. Фирсова и А.В. Холоповой в октябре 1989 г., Хасанский район, сев. окрест. пос. Хасан. Всх. 1990 г. Пересажен с уч. 96 весной 2015 г. Зимостойкость 2. Пл., выращивается из местных семян. В Саду известен с 1909 г. [11]. Очень декоративное раннецветущее растение, считается медоносным и лекарственным [9].

Rhododendron schlippenbachii Maxim. - Рододендрон Шлиппенбаха. 3 экз., два образца. Куст. до 1,30 м выс. Первый (1 шт.): растение от В.М. Рейнвальда из экспедиции в Приморский край, Хасанский р-н, п-ов Гамова, в 1984 г., пос. 12.05.2012 г.; второй (2 шт.): семенное потомство БИН, всх. 2006 г. Зимостойкость 1. Пл., выращивается из местных

семян. Иногда бывает вторичное цветение осенью. Вид из Красной книги РФ [8]. За свои крупные розовые цветки получил название «королевской азалии». Листья становятся пурпурными, желтыми или оранжевыми перед листопадом.

Rhododendron sichotense Rojark. - Рододендрон сихотинский. Имеется несколько особей.

Куртина из четырех сросшихся экз. в дальней части участка возле тиса - растения из НОС Отрадное, в 2012 г. Подвергается стрижке. Выс. 1,83 м, диам. 1 см, крона 2,6 x 1,7 м.

Куст. у чайного домика, со стороны розария - пересажен с уч. 96 весной 2015 г. Семени из Латвии, Рига, ботанический сад университета, всх. 1986 г. Выс. 2,25 м, диам. 2 см, крона 1,2 x 1,8 м. Зимостойкость 1-2. Пл., выращивается из местных семян. Иногда бывает вторичное цветение осенью. Полувечно-зеленый куст., зацветает одним из первых среди рододендронов, обычно в конце апреля, осенью часть нижних листьев окрашиваются в коричневатые тона и опадают.

Rhododendron P.J.M. Group - группа садовых гибридов вечнозеленых мелколистных рододендронов, созданная в результате скрещивания *R. carolinianum* Rehd. x *R. ledebourii* Rojark. Отдельные культивары этой группы довольно похожи, они считаются одними из самых надежных в культуре. Более 20 куртин и отдельных экз. в разных местах участка, до 0,90 м выс. Пос. в 2011 г., с восточноевропейских питомников. Хорошо выносит стрижку. Осенью, как и у других вечнозеленых рододендронов, желтеет и опадает часть листьев. Зимостойкость 1-2. Пл.

Ribes sachalinense (Fr. Schmidt) Nakai (Grossulariaceae) - Смородина сахалинская. 1 экз. Стелющийся почвопокровный куст. с легко укореняющимися побегами: выс. 0,85 м, крона 1,9 x 1,3 м. Вегетативное потомство БИН, поросль с гряды питомника в 1971 г., из природы: о-в Сахалин, 1994 г., пос. 5.10.2011. Зимостойкость 1. Пл. Очень рано начинает вегетацию, розовые волосистые плоды съедобны и хороших вкусовых качеств, рано созревают. Осенью листья рано желтеют. В культуру введена недавно, слабо изучена в природе и культуре [9]. Имеет перспективы для использования в качестве ягодного растения.

Rosa glauca Roem. (Rosaceae) - Роза сизая. Из старых растений на этом уч., до основания Японского сада, на вершине горки, в дальней части, 1 экз., куст. 3,00 м выс., с дугообразными побегами до 4 см диам., ширина кроны превышает высоту, возраст ~45 лет. Зимостойкость 1-2. Обильно и ежегодно пл. В разных местах парка образует самосев. Листья и побеги с пурпурным оттенком. Устойчива к мучнистой росе листьев.

Rosa rugosa Thunb. - Роза морщинистая. Из старых растений, до основания Японского сада, 1 экз., 1,10 м выс., куртина значительно уменьшена в размерах. Возраст ~50 лет. Подрезается. Зимостойкость 2. Пл. Введена в культуру Ботаническим садом БИН, здесь известна с 1816 г.

Rubus parvifolius L. (Rosaceae) - Ежевика мелколистная, или курильская. 1 экз. Вегетативное потомство БИН, 2000 г. Маточник из экспедиции на Курильские о-ва, о-в Кунашир, южн. часть о-ва, побережье Кунаширского пролива, берег озера Песчаное, сбор Г.А. Фирсова и А.В. Холоповой в октябре 1989 г., всх. 1990 г. Пос. 2013 г. с правой стороны, выс.

2,70 м, до верхушпалеры. Стелющийся и почвопокровный полукустарник с длинными длительно растущими побегами, укореняющимися на верхушке. Зимостойкость 2. Вег. (на других участках Парка Пл.). Отличается поздним окончанием вегетации, листья двуцветные, снизу серебристо-серые. Имеет перспективы в качестве плодового растения.

Sasa sp. (Poaceae) – Саза, или бамбучок. Образует густую куртину 0,85 м выс., крона 2,7 х 2,0 м, на северной стороне горки, под кустом *Rosa glauca*. Пос. 2011 г., получен из восточноевропейских питомников. Обмерзает до корневой шейки, но быстро восстанавливается. Вег. Куртина постепенно расширяется, охватывая новую территорию. К роду саза (бамбучок) относится около 50 видов из Восточной Азии с моноподиальными корневищами (стебли отделены друг от друга), стеблевые влагалища не опадающие, ветви в узлах одиночные, стеблевые узлы не выдаются.

Securinea suffruticosa (Pall.) Rehd. (Euphorbiaceae) – Секуринега полукустарниковая. 1 экз. Куст. 2,04 м выс. с дуговидными побегами, образующими широкую крону, 2,9 х 2,8 м. Семена из экспедиции на Дальний Восток: Сихотэ-Алинь, сбор Г.А. Фирсова на горе Чандалаз (Криничная), на вершине у скал, 750 м н.у.м., всх. 1998 г., пос. 5.10.2011. Обмерзает, в отдельные зимы сильно, но восстанавливается. Пл., выращивается из местных семян. Отличается поздним цветением и длительным ростом побегов.

Sorbus commixta Hedl. (Rosaceae) – Рябина смешанная. 1 экз. Дерево: 2,83 м выс., 2 см диам. Образует ровный ствол с довольно узкой кроной, ветви вверх направленные. Семена из экспедиции на о-в Сахалин, побережье Татарского пролива, в лесу у поселка Пионеры, сбор Г.А. Фирсова в сентябре 2004 г., всх. 2005 г. пос. 2012 г. Зимостойкость 1. Вег. (пл. на других участках Парка). Одна из самых декоративных рябин по осенней окраске листьев – окрашиваются в красные тона. Плоды самые горькие среди рябин коллекции Сада.

Syringa amurensis Rupr. (Oleaceae) – Сирень амурская. 1 экз. Многоствольный куст из 10 стволов, до 7 м выс. До обмерзания в аномально суровую зиму 1986/87 г. росла деревом. Приближается к предельному возрасту, хотя еще способна восстанавливаться и образовывать поросль от корневой шейки. «Самым старым экземпляром рода *Syringa*, произрастающим в парке, является экземпляр *S. amurensis* на уч. 71. По предположению Б.Н. Замятнина, это один из первых экземпляров данного вида, интродуцированный в Сад» [11, с. 220]. Семена привезены Р. Мааком в середине XIX века из экспедиции на Дальний Восток. В последние мягкие зимы обмерзания отсутствуют. Пл., выращивается из местных семян. Введена в культуру Ботаническим садом БИН [10]. А.А. Фишер-фон-Вальдгейм в 1905 г. отмечал этот вид среди замечательных деревьев и кустарников в Парке.

Ulmus parvifolia Jacq. (Ulmaceae) – Вяз мелколистный. 3 экз. Невысокое двух-трехствольное дерево с мелкими листьями. Растения посажены на расстоянии 2 м друг от друга, но уже сомкнули кроны и образуют сравнительно высокую живую изгородь. Самый высокий экз. 3,65 м выс. и 4 см диам. Семена из Японии, ботанический сад Киото, всх. 2000 г., пос. 12.05.2012. Вег. После последних мягких зим зимостойкость 1. Однако сильно обмерз после зимы 2015/16 г. Отличается

длительной вегетацией, долго сохраняет зеленые листья осенью.

Vitis amurensis Rupr. (Vitaceae) – Виноград амурский. 1 экз. Именно на этом уч. отмечен В.В. Ухановым [1]. Взабирается почти до вершины по стволу черемухи обыкновенной, диам. у корневой шейки 13 см. Зимостойкость 2. Цв. (мужской экз.). Осенью листья окрашиваются в бледно-желтые и темно-пурпурные тона. Введен в культуру Ботаническим садом БИН [10]. В Сад выращивается из местных семян и образует самосев (на других участках Парка). А.А. Фишер-фон-Вальдгейм в 1905 г. отмечал этот вид среди замечательных деревьев и кустарников в Парке.

Weigela middendorffiana (Carr.) K. Koch (Caprifoliaceae) – Вейгела Миддендорфа. 1 экз., в дальней части участка у тиса. Куст., выс. 1,47 м, крона 1,8 х 2,3 м. Семена из экспедиции на о-в Сахалин, окрест. Южно-Сахалинска, гора Чехова, сбор Г.А. Фирсова в сентябре 2004 г., всх. 2005 г., пос. 5.10.2011. Зимостойкость 2. Пл., выращивается из местных семян. Введена в культуру Ботаническим садом БИН [10].

Закладка экспозиционного участка «Японский сад» в Ботаническом саду Петра Великого Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН состоялась 28 мая 2010 г. В экспозиции на осень 2015 г. представлено 78 таксонов древесных растений разных жизненных форм (деревья, кустарники, лианы, полукустарники), относящихся к 41 роду 24 семейств. В том числе 6 видов из Красной книги Российской Федерации. Пятнадцать видов коллекции впервые введены в культуру Ботаническим садом Петра Великого. По числу таксонов преобладает род *Rhododendron* – 10, за которым следует род *Acer* – 7 видов. Наряду с новыми посадками 2010-2015 гг. сохранены старые древесные растения, существующие на этом участке до этого. Создание Японского сада будет способствовать сохранению редких и ботанически интересных видов древесных растений флоры Восточной Азии и иметь культурно-просветительное значение.

Список литературы

1. Уханов В.В. Парк Ботанического института Академии наук СССР. М., Л.: изд-во АН СССР. 1936. 168 с.
2. Фирсов Г.А. Древесные растения ботанического сада Петра Великого (XVIII-XXI вв.) и климат Санкт-Петербурга // Ботаника: история, теория, практика (к 300-летию основания Ботанического института им. В.Л. Комарова Рос. акад. наук): тр. межд. науч. конф., СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2014. С. 208-215.
3. Булыгин Н.Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями. Л.: ЛТА. 1979. 97 с.
3. Булыгин Н.Е. Биологические основы дендрофенологии. Л.: ЛТА, 1982. 80 с.
4. Лапин И.И. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции // Бюлл. ГБС АН СССР. 1967. Вып. 65. С. 13-18.
5. Фирсов Г.А., Орлова Л.В. Хвойные в Санкт-Петербурге. СПб.: ООО «Издательство «Росток». 2008. 336 с.
6. Auders A.G., Spicer D.P. Encyclopedia of Conifers. Vol. 1. Abies to Picea. Kingsblue Publishing Limited in association

with the Royal Horticultural Society. 2012. P. 1-780. Vol. 2. Pilgerodendron to Xanthocyparis. Kingsblue Publishing Limited in association with the Royal Horticultural Society. P. 781-1506.

7. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Гл. редкол.: Ю.П. Трутнев и др.; Сост. Р.В. Камелин и др. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.

8. Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н. Древесные растения Азиатской России. Новосибирск: Академ. изд-во «Гео». 2012. 707 с.

9. Липский В.И., Мейсснер К.К. Перечень растений, распространенных в культуре Императорским С.-Петербургским Ботаническим садом // Императорский С.-Петербургский Ботанический сад за 200 лет его существования (1713-1913). Ч. 3. Петроград, 1913-1915. С. 537-560 с.

10. Связева О.А. Деревья, кустарники и лианы парка Ботанического сада Ботанического института им. В.Л. Комарова (К истории введения в культуру). СПб.: Росток, 2005. 384 с. 12. Волчанская А.В., Фирсов Г.А. Березы Ботанического сада Петра Великого БИН РАН. СПб. 2016. 28 с.

11. Шухободский Б.А. Сем. 49. Бересклетовые – Celastraceae Lindl. // Деревья и кустарники СССР. М., Л.: Изд-во АН СССР. Т. 4. 1958. С. 357-397.

References

1. Ukhanov V.V. Park Botanicheskogo instituta Akademii nauk SSSR [Park of Botanical Institute of Academy of Sciences of the USSR]. Moscow, Leningrad: Izd.-мш AN SSSR. 1936. 168 p.

2. Firsov G.A. Drevesnije rastenija botanicheskogo sada Petra Velikogo (XVIII-XXI vv.) i klimat Sankt-Peterburga [Woody plants of Peter the Great Botanic Garden (XVIII-XXI centuries) and climate of Saint-Petersburg] // Botanika: istorija, teorija, praktika (k 300-letiju osnovanija Botanicheskogo instituta im. V.L. Komarova Ros. Acad. Nauk): trudi mezhd. nauch. konf. SPb.: Izd. SPbGETU «LETI». 2014. Pp. 208-215.

3. Buligin N.E. Fenologicheskie nabludenija nad drevesnimi rastenijami [Phenological observations on woody plants]. Leningrad.: Izd. LTA. 1979. 97 p.

4. Buligin N.E. Biologicheskie osnovi dendrofenologii [Biological bases of woody phenology]. Leningrad.: Izd. LTA. 1982. 80 p.

5. Lapin P.I. Sezonny ritm razvitija drevesnih rastenij i ego znachenie dlja introdukcii [Seasonal rhythm of development of woody plants and its significance for introduction] // Bul. GBS AN SSSR. 1967. Vip. 65. P. 13-18.

6. Firsov G.A., Orlova L.V. Hvojnjie v Sankt-Peterburge [Conifers at Saint-Petersburg]. SPb.: ООО «Izd. «Rostok». 2008. 336 p.

7. Auders A.G., Spicer D.P. Encyclopedia of Conifers. Vol. 1. Abies to Picea. Kingsblue Publishing Limited in association with the Royal Horticultural Society. 2012. P. 1-780. Vol. 2. Pilgerodendron to Xanthocyparis. Kingsblue Publishing Limited in association with the Royal Horticultural Society. Pp. 781-1506.

8. Krasnaya kniga Rossijskoj Federacii (rastenija i gribi) [Red Data Book of Russian Federation (plants and fungi)] / Chief Eds.: Yu.P. Trutnev et al.; Compilers: R.V. Kamelin et al. Moscow: Tov. nauch. izd. KMK, 2008. 855 p.

9. Koropachinsky I.Yu., Vstovskaya T.N. Drevesnije rastenija Aziatskoj Rossii [Woody Plants of Asian Part of Russia]. Novosibirsk: Academ. Izd. «Geo». 2012. 707 p.

10. Lipsky V.I., Meyssner K.K. Perechen rasnenij, rasprostranennih v kulture Imperatorskim S.-Peterburgskim Botanicheskim sadom [List of plants distributed in cultivation by Imperial St.-Petersburg Botanic Garden] // Imperatorsky S.-Peterburgsky Botanicheskij Sad za 200 let ego suschestvovaniya (1713-1913). Part 3. Petrograd, 1913-1915. Pp. 537-560 p.

11. Svjazeva O.A. Derevjja, kustarniki i liani parka Botanicheskogo sada Botanicheskogo Instituta im. V.L. Komarova (k istorii vvedenija v kulturu) [Trees, shrubs and lianas of Botanic garden of the V.L. Komarov Botanical Institute (to the history of arboriculture)]. SPb.: Rostok, 2005. 384 p.

12. Volchanskaya A.V., Firsov G.A. Berezi Botanicheskogo sada Petra Velikogo BIN RAN [Birches of Peter the Great Botanic Garden BIN RAS]. SPb. 2016. 28 p. 13. Shukhobodsky B.A. Sem. 49. Bereskletovije – Celastraceae Lindl. [Family 49. Bereskletovije – Celastraceae Lindl.] // Derevjja i kustarniki SSSR. Moscow, Leningrad: Izd.-vo AN SSSR. Vol. 4. 1958. Pp. 357-397.

Информация об авторах

Фирсов Геннадий Афанасьевич, канд.биол.наук, ст.н.с.

E-mail: gennady_firsov@mail.ru

Калугин Юрий Гурьянович, н.с.

E-mail: kalugin_yuri@list.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН

197376. Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. проф. Попова, 2

Information about the authors

Firsov Gennady Afanasievich, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: gennady_firsov@mail.ru

Kalugin. Yuri Gurianovich, Researcher

E-mail: kalugin_yuri@list.ru

Federal State Budgetary Institution for Science Botanical Institute named after V.L. Komarov RAS, Saint-Petersburg

197376. Russian Federation, Saint-Petersburg, prof. Popova Str. 2

Ю.С. Данилова

канд. биол. наук, ст. н. сотр.

Е.С. Данилова

М.Н.С.

Чувашский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

О.А. Каштанова

науч. сотр.

О.Б. Ткаченко

Доктор. биол. наук, зав. отделом

Федеральное государственное бюджетное

учреждение науки Главный ботанический сад

им. Н.В.Цицина РАН

Итоги акклиматизации зарубежных сортов хмеля обыкновенного (*Humulus lupulus* L.) в Северо-Восточном регионе России

В статье приведены многолетние исследования интродукционных популяций зарубежных сортов хмеля обыкновенного в плодоносящем возрасте. Основными критериями оценки выбраны: продолжительность вегетационного периода (дни), урожай сырых шишек с куста (кг), содержание альфа-горьких кислот в шишках (%). В качестве дополнительных признаков отмечены – продолжительность периода «цветение – техническая спелость», длина бокового побега из нижней, средней и верхней трети растения и длина междоузлия. Средний урожай сырых шишек с куста (кг) у сортов Сполэчны, Марынка, К 692266 находится на уровне 4,1-5,8 кг, что в пересчете на урожайность сухого хмеля с га составляет 35,0-40,0 ц/га. Содержание альфа-горьких кислот (%) в шишках акклиматизированных сортов находится на высоком уровне 4,0-10,9 %, коэффициент вариации по этому признаку средний и значительный. Меньшим значением коэффициента вариации и более выровненным содержанием альфа-кислот в шишках характеризуются сорта Wyе Сахон и Марынка. Продолжительность вегетационного периода варьирует меньше всего. Тем не менее, позднеспелые сорта Марынка, К 692266 в средней полосе России достигают спелости и формируют полноценный урожай.

Ключевые слова: хмель, хмелеводство, интродукция, акклиматизация, *Humulus lupulus* L.

Yu.S. Danilova

Senior researcher, Cand. Sci. Biol.

E.S. Danilova

Junior Researcher

Chuvash Research Institute of Agriculture

O.A. Kashtanova

Researcher

O.B. Tkachenko

Dr. Sci. Biol., Head of department

Federal State Budgetary Institution for Science

Main Botanical Gardens named after N.V. Tsitsin

RAS, Moscow

The results of the acclimatization of foreign varieties of hop (*Humulus lupulus* L.) in North-Eastern region of Russia

The results of long-term investigations on introduction populations of mature plants of hop are presented. The main evaluation criteria were the following ones: duration of the growing season (days), the productivity of fresh hop cones per plant (kg), average relative content of α -bitter acids in cones (%). The additional traits such as duration of the period "blossoming – technological maturity", length of lateral shoots in the lower, middle and upper parts of plant, and length of internodes have been also considered. The productivity of fresh hop cones in varieties 'Сполэчны' ('Spolechny'), 'Marynka', and 'K 692266' was equal to 4,1-5,8 kg/plant, or 3,5-4,0 t/ha in terms of dry weight. The relative content of α -bitter acids in cones reached 4,0-10,9%. The duration of growing season was similar in different varieties. Nevertheless even the late-ripening varieties 'Marynka' and 'K 692266' were ripe and gave good harvest.

Keywords: hops, hop production, introduction, acclimatization, *Humulus lupulus* L.

Хмель обыкновенный *Humulus lupulus* L. (Cannabaceae) многолетняя травянистая лиана, [1]. Растение двудомное, женское соцветие сложный колос, собрано в гроздь, мужское – в метелку плод орешек. Для роста необходима опора.

Возделывание растения с целью получения товарного хмеля – высушенных неоплодотворенных разросшихся

соцветий (шишек) женских растений хмеля, являющихся одним из основных видов сырья для пивоварения – известно в России с незапамятных времен. Крупнейшая хмелеводческая местность, «...с древних времен известная под названием Гуслиц заключает в себе множество по большей части обширных деревень и захватывает собою четыре уезда в трех губерниях. Главный центр помещается:

- 1) в Богородском уезде, в его юго-восточной части;
- 2) в восточной части Бронницкого уезда Московской губернии; затем небольшая часть Гуслиц заходит
- 3) в южную часть Покровского уезда Владимирской губернии; и
- 4) в западную часть Егорьевского уезда Рязанской губернии». [2].

Хмелеводство, также было развито в Смоленской [3] Костромской [4] и Иркутский [5] губерниях. В СССР основные площади под хмелем размещались в Брянской, Белгородской, Воронежской, Курской, Пензенской, Московской и Кировской областях, Алтайском крае, Чувашской и Марийской АССР [6].

Центр хмелеводства в Среднем Поволжье известен более тысячи лет, еще со времен Великой Булгарии, располагавшейся в VIII–XIII веках в междуречье Волги и Камы [7]. В литературе он описывается, как «Казанский» [6], товарный хмель здесь производился с середины XIX в., площадь плантаций составляла тогда 1,5 тыс. га.

Как правило, для разведения отбирали и вегетативно размножали растения из местных дикорастущих популяций, которые со временем оформились в русские сорта хмеля: Гуслицкий («Гусляк»), Брусковый, Скороспелка, Зеленый Виноградный, характеризующиеся ранним или средним сроком созревания, высокой зимостойкостью, средней урожайностью, грубым ароматом, они были мало пригодны для заводского пивоварения [8]. К концу XIX в. все исследователи отечественного хмелеводства отмечали [9,10], что в Россию необходима интродукция более ароматных, тонких сортов хмеля из Европы, таких как «Жацкий (Жатецкий), Шпальтский, Кентский» [11]. Современные результаты исследований сортообразцов коллекционного питомника с использованием ДНК-технологий подтверждают уникальность и самобытность как исконно русских, так и чувашских местных сортосмесей. Согласно проведенному кластерному анализу европейские, украинские и небольшая часть российских сортов образуют один кластер, в нем российские и чувашские местные сортообразцы образуют отдельный подкластер [12].

Российское научное хмелеводство берет начало в трудах Железнова Н.И. и Шредера Р., впервые описавших российские и богемские сорта хмеля в конце XIX в., давших характеристику основных российских хмелеводческих районов, сравнивших их с зарубежными центрами хмелеводства и собравших первую коллекцию отечественных и заграничных сортообразцов. Изучение их по внешним признакам и строению шишек проведено в конце XIX – начале XX века в Петровской лесной и земледельческой академии. Основными признаками, определяющими принадлежность к сорту, тогда считались, в основном, органолептические: величина (длина и ширина) шишек, плотность шишек или расположения чешуек, устройство стерженька, форма чешуек, семянность и весовое соотношение различных частей хмелевых шишек [13]. Кроме морфологических признаков шишки, важными признаками сорта являлись и являются таковыми до сих пор: время созревания и цвет плетей (основного побега) и шишек.

Для научного обеспечения хмелеводства России в 1934 году была создана Российская научно-исследовательская хмелеводческая станция (РНИХС, п. Калистово, Московской обл.), в Чувашии в 70-е годы аналогичные задачи выполнял Чувашский опорный пункт, а затем, Чувашский комплексный отдел хмелеводства РНИХС. В 1980 г. на их базе создана Чувашская зональная научно-исследовательская хмелеводческая станция (ЧЗНИХС, г. Цивильск, Чувашская АССР), которая в 1986 г. была реорганизована в Российскую республиканскую научно-исследовательскую хмелеводческую станцию (РРНИХС). При этом значительно расширилась зона ее деятельности, к ней присоединились – Марийский, Брянский, Алтайский, Пензенский, Курский, Воронежский-Белгородский опорные пункты. В 1990 г. РРНИХС была преобразована во Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт хмелеводства (ВНИПТИХ). На протяжении трех десятилетий на станции и в институте создан, освоен и усовершенствован селекционный процесс, создано более 10 сортов хмеля, исходный селекционный материал – около 1 500 гибридов и 500 клонов хмеля, сохраняется коллекционный питомник из 255 сортообразцов хмеля. К 2016 г. в Госреестр внесено 12 сортов хмеля:

1. 9203273 ДРУЖНЫЙ 1996, 307¹
2. 8804036 КРЫЛАТСКИЙ 1992, 307
3. 9601163 МИХАЙЛОВСКИЙ 2000, 307
4. 8605416 ПОДВЯЗНЫЙ 1990, 307
5. 8804052 СУМЕРЬ 1993, 307
6. 9360091 ФАВОРИТ 2007, 307
7. 9052104 ФАКИР 2011, 307
8. 9052105 ФАРАОН 2011, 307
9. 9052106 ФЕОДАЛ 2011, 307
10. 9360092 ФЛАГМАН 2007, 307
11. 9052107 ФОРВАРД 2011, 307
12. 9203303 ЦИВИЛЬСКИЙ 1996, 307

Проведена работа по созданию сортовых насаждений хмеля, механизации основных технологических приемов возделывания растений хмеля и первичной послеуборочной переработки хмелевого сырья. В 1993 г. общая площадь хмельников в Чувашской Республике составляла 2 700 га, в том числе, плодоносящая – 2 400 га, в 2003 г. – 536 га, в 2013 г. – 90 га. В настоящее время основными регионами возделывания хмеля являются Республики Чувашия, Мари Эл и Алтай. Качество получаемого хмеля-сырца определяется потенциалом насаждения хмеля (возраст, сорт, общее состояние) и своевременным выполнением технологических операций по возделыванию и первичной послеуборочной переработке (правильная сушка, прессование, гранулирование и хранение). Основной «недостаток» и сложность возделывания растений хмеля для получения качественной товарной продукции – высокие материальные и трудовые затраты, как на единицу площади (га) хмельников, так и единицу урожая (т) хмеля во всем мире. Фактические затраты труда на 1 га продуктивного хмельника составляют более 3000 чел./час., что в 100 раз

¹ 307 – ГНУ Чувашский НИИХС Россельхозакадемии, 429911, Чувашская респ., Цивильский р-н, п/о Иваново, п. Опытный

превышает затраты на зерновые культуры [14]. В России к общемировым проблемам добавляется отсутствие специализированных организаций для строительства шпалер, специальной техники для возделывания, уборки и переработки растений хмеля.

До 70-х годов XX в. основным методом селекционной работы был клоновый индивидуальный отбор из местных или интродукционных популяций, поэтому, стародавние сорта, как правило, почти идентичны, различаются друг от друга 1-2 признаками [15]. Слово «сорт» ни в литературе, ни в практике хмелеводства не применялось и до сих пор значительная часть коллекционного питомника представлена клоновым материалом: Osvald's clone (Чехия); Klonе PCU (Польша); Клон 18, Житомирский 5 (из сорта Zatecky, Чехия), Полесский (из сорта Northern Brewer, Англия) (Украина); Брянский (клон 5-36), Серебрянка РНИХС (клон 9-40), Ранний московский (клон 30-6), Калистовский (клон 29-38), Российский (клон 45-5), Клоны 26-9, 6-9, 15-24 (Россия).

Понятие «сорт» для растений хмеля и описание сортов выделенных из гибридных популяций – Гибридный, Смолистый, Истринский 15 и др. встречается в литературе с 70-х годов XX в. Гибридные сеянцы получают при высевах семян от свободного и принудительного опыления материнских растений [16]. Поскольку подбор родительских пар для принудительного скрещивания затруднен из-за отсутствия сортовой принадлежности отцовских растений и неизвестен порядок наследования морфологических признаков, более результативным является метод свободного опыления. С применением методов гибридизации произошло «смешение» признаков, описываемых ранее как характерный комплекс признаков для группы красностебельных или зеленостебельных сортов. Кроме того, часто гибридная популяция неоднородна по степени выраженности признаков у отдельных растений и в процессе дальнейшего размножения и нормативного срока их использования проявляются негативные хозяйственные признаки, такие как: слабое витье по поддержке, наличие моноцидных (однодомных) растений, низкая зимостойкость, отсутствие устойчивости к патогенам и т.п.

Основное использование товарной продукции – техническое, собранные в фазе технической спелости шишки, высушенные и прессованные, являются, наравне с солодом, одним из незаменимых видов сырья в пивоварении. Хотя и имеет место использование шишек в медицине и парфюмерии, молодых стеблей рано весной, как пищевое салатное растение. Удаленные при формировании куста во время вегетации стебли, боковые побеги и сразу после уборки сочные основные стебли можно измельчать и силосовать на корм скоту, высушенные грубые основные стебли, после обрывки шишек, можно использовать для плетения корзин. Ценность хмелевого сырья для пивоварения определяется содержанием в нем трех групп химических соединений, которые не встречаются ни в одном растении: горькие вещества (смолы), дубильные вещества (танины) и эфирные масла. Горькие вещества в вегетирующем растении представлены, как правило, альфа- (гумулон) и

бета- (лупулон) горькими кислотами, в процессе формирования и созревания шишек, они окисляются, превращаются в мягкие, затем твердые смолы. В пиве они обеспечивают горечь, пенообразование, пеностойкость и стабильность его при хранении [17]. Содержание альфа-кислот в шишках (%) является одним из показателей их качества, хотя и зависит значительно от метеорологических условий и сортовой принадлежности. В связи с этим, различают следующие биохимические типы сортов хмеля: ароматический – 2,5-6,5; горько-ароматический – 8,0-9,0; горький – 9,0-12,0 [17,18,19,20]. Кроме того, учитывается соотношение альфа-кислот и бета-фракции, для ароматического хмеля не менее 1,0 : 2,0, для горького – менее 1,0 : 1,6 и доля альфа-кислот в общих мягких смолах, в ароматических менее 35,0 %, в горьких – более 40,0 % [21].

Дубильные вещества (танины) в растении находятся в виде водорастворимых полифенольных соединений, при приготовлении пива осаждают белки суслу, отчего пиво становится прозрачным. Эфирные масла сообщают специфический хмелевой аромат шишкам в фазе технической спелости и пиву, хотя практически улетучиваются при кипячении суслу с хмелем. Являются истинным показателем качества хмелевого сырья, но содержание их в шишках невысокое 0,5 – 2,0 %, выделение довольно долгое и трудоемкое, компонентный состав уникальный для каждого сорта.

Генотип хмеля представляет собой предельно насыщенную гетерозиготу [15], что является основой для высокого уровня внутрисортовой изменчивости, как генетически закрепленной, так и фенотипической [22]. Благодаря этому качеству зарубежные сорта хмеля, при возделывании их в средней полосе России, характеризующейся коротким периодом вегетации (не более 120 дней), переувлажненными холодными, склонными к заплыванию почвами, низкими температурами перезимовки, контрастными условиями зимы и лета, успешно адаптируются, формируя стабильный высокий урожай высокого качества. Мониторинг основных хозяйственно-ценных признаков – продолжительность вегетационного периода, урожай сырых шишек с куста, содержание альфа-горьких кислот, проведенный в коллекционном питомнике отечественных и зарубежных сортообразцов хмеля, состоящего из 255 единиц (1985–2000 гг.), показал, что по сочетанию признаков устойчиво выделяются семь сортообразцов: Подвязный, Сумерь (Россия), Порфир 16, Сползчы (Украина), Сахон (Англия), Магунка (Польша), K692266 (Япония).

Цель исследований. Создание долговечных насаждений зарубежных сортов хмеля, и изучение амплитуды изменчивости морфологических и основных хозяйственно-ценных признаков в плодоносящем возрасте.

Материалы и методы. Растения выделенных сортов высажены в 2001-2002 гг. в одном ряду, занимают по два междурядья, всего их по 25 – 27, они изучены в плодоносящем возрасте в 2005-2008 гг. Метеорологические условия в годы наблюдений были благоприятны для растений хмеля, кроме стрессового вегетационного

периода 2007 г., с резкой сменой холодных и избыточно влажных периодов, с атмосферной засухой в августе. Изначально исследуемые сорта характеризуются показателями, указанными в таблице 1.

патогенами и фенологические наблюдения за растениями проводится по Методикам ГСИ [23,24]. Степень выраженности признаков у сортов и сравнение их с сортами-эталоном проведено по Методике ОСТ [25], оценка со-

Таблица 1. Сортные характеристики интродукционных популяций хмеля

Сорт	Происхождение	Группа спелости	Биохимический тип
Подвязный	Россия	Среднеранний	Горько-ароматический
Сумерь	Россия	Среднеспелый	Горько-ароматический
Порфир 16	Украина	Среднеспелый	Ароматический
Wye Saxon	Англия	Среднеспелый	Горький
Сполэчны	Украина	Среднеспелый	Ароматический с повышенным содержанием альфа-кислот
Marynka	Польша	Среднепоздний	Горький
К 692266	Япония	Среднепоздний	Горький

Таблица 2. Изменчивость морфологических признаков растений хмеля, 2005-2008 гг

Признак	Сорт	Среднее значение	Диапазон изменчивости	Коэффициент вариации, V, %
Время цветения (продолжительность периода «цветение-техническая спелость»)	Подвязный	27,5	19-32	22,8
Первый боковой побег: высота заложения, м	Порфир 16	0,65	0,45-0,85	27,2
Боковой побег из нижней трети растения: длина, м	Подвязный	0,95	0,90-1,00	5,5
	Сполэчны	0,9	0,80-1,00	11,4
	К 692266	0,75	0,60-0,70	8,3
Боковой побег из средней трети растения: длина, м	Подвязный	0,85	0,80-0,90	5,9
	Сумерь	0,60	0,50-0,70	16,5
Боковой побег из верхней трети растения: длина, м	Порфир 16	0,75	0,70-0,80	7,0
	Сполэчны	0,50	0,45-0,60	14,2
	Marynka	0,70	0,60-0,80	14,3
	К 692266	0,65	0,50-0,80	23,6
Время технической спелости (продолжительность периода «всходы-техническая спелость»)	Подвязный	97,9	95-100	2,4
Шишка: размер (отношение длины к ширине, см)	Подвязный	1,51	1,24-1,88	17,8
	Сумерь	1,29	1,10-1,50	12,3
	Порфир 16	1,30	1,21-1,42	7,6
	Wye Saxon	1,49	1,12-2,00	22,1
	Сполэчны	1,35	1,23-1,55	9,4
	Marynka	1,20	0,97-1,32	17,6
	К 692266	1,20	1,06-1,32	17,5
Междоузлия: длина, см	Подвязный	15,4	8,7-22,0	21,1
	Сполэчны	15,4	8,0-23,0	22,1
	К 692266	15,4	9,0-21,0	22,1

Технология возделывания общепринятая: весенняя обрезка главных корневищ – ручная, навешивание подержек механизированное, заводка V-образная 4 стебля на две поддержки – ручная, уборка («щипка») шишек в фазе технической спелости – ручная. Оценка степени развития главного корневища, повреждения его морозами,

стояния и предуборочное описание растений, учет продолжительности вегетационного периода, урожая сырых шишек с куста по Методике ГСИ [23, 24], содержание альфа-горьких кислот – кондуктометрическим методом [26], оценка аромата по методике органолептической оценки хмелевого сырья [27].

Таблица 3. Изменчивость основных хозяйственно-ценных признаков растений хмеля, 2004-2007 гг.

Сорт	Продолжительность периода вегетации, дни			Урожай сырых шишек, кг/куст			Содержание альфа-кислот, %		
	средняя	диапазон изменчивости	V, %	средний	диапазон изменчивости	V, %	среднее	диапазон изменчивости	V, %
Подвязный	97,9	95-100	2,4	4,3	2,4-6,1	38,4	10,7	7,4-12,2	20,9
Сумерь	100,1	97-102	2,2	3,8	3,6-4,2	6,8	8,4	6,4-12,5	34,2
Порфир 16	109,3	103-113	3,9	2,6	1,7-3,6	29,6	5,7	4,0-9,4	43,9
Wye Saxon	102,8	96-108	3,3	3,4	2,3-4,1	24,8	8,8	7,2-10,8	6,7
Сползчны	102,1	95-114	8,6	5,8	3,4-11,0	61,0	7,4	4,8-10,3	30,4
Maynka	114,8	106-121	5,5	4,1	2,1-5,7	36,3	9,5	8,9-10,9	9,4
К 692266	116,1	108-121	5,2	4,2	3,2-5,1	19,1	7,4	6,3-10,4	26,1

Результаты и обсуждение. За годы исследования растения всех сортов показали устойчивые морфологические признаки, такие как:

- Основной побег: антоциановая окраска, все сорта являются зеленостебельными, сорт Сумерь – красностебельный;

- Растение: тип роста, все сорта нормального роста, не карлики;

- Растение: форма, сорта Подвязный, Сумерь цилиндрической, Wye Saxon конической, Порфир 16, Сползчны, Maynka, К 692266 булабовидной формы;

- Растение: объем шапки, небольшую шапку образуют сорта с булабовидной формой куста, иногда, когда период технической спелости характеризуется избыточным увлажнением, шапку образуют сорта с цилиндрической формой куста;

- Шишка: форма, цилиндрическая – у растений сорта Wye Saxon, узкоэллиптическая – Сумерь, Сползчны; эллиптическая – Подвязный, Maynka; широкоэллиптическая – Порфир 16, К 692266;

- Шишка: степень раскрытия чешуек, шишки сорта Порфир 16 слегка открытые, остальных всех сортов – закрытые.

Одним из характерных и варьирующих признаков при выращивании зарубежных сортов хмеля в средней полосе России, являются место расположения и длина боковых побегов из нижней, средней и верхней трети растения. Совмещая эти признаки с признаком «длина междоузлия, см» и учитывая, что соцветия и грозди шишек располагаются в узлах боковых побегов, можно оценить уровень урожая сырых шишек с куста (кг) [28]. Так, у сортов Сползчны, Maynka, К 692266 средний урожай сырых шишек с куста (кг), находится на уровне 4,1 – 5,8 кг, что в пересчете на урожайность сухого хмеля с га составляет 35,0-40,0 ц/га.

Содержание альфа-горьких кислот в шишках акклиматизированных сортов находится на высоком уровне, коэффициент вариации по этому признаку средний и значительный, это определяется контрастными метеорологическими

условиями в период формирования шишек и технической спелости по годам. Меньшим значением коэффициента вариации и более выровненным содержанием альфа-кислот характеризуются сорта Wye Saxon и Maynka.

Выводы: Акклиматизация зарубежных сортов хмеля обыкновенного в условиях северо-восточного региона России проходит довольно успешно. Растения формируют мощный, сильно облиственный куст с большим количеством шишек, содержание альфа-кислот в шишках высокое, характерное для горько-ароматических и горьких сортов. Продолжительность вегетационного периода варьирует меньше всего, однако, позднеспелые сорта Maynka, К 692266, за счет изменения продолжительности межфазных периодов «формирование шишек» – «начало технической спелости» в условиях средней полосы России достигают спелости и формируют полноценный урожай.

Список литературы

1. Хмель и хмелевые препараты в пивоварении .М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982, 166 с.
2. Шредер Р. Хмель и его разведение в России и за границей. СПб: Девриен, 1888, 221 с.
3. Кареев В.И. Хмелеводство. Смоленск, 1931, 57 с.
4. Павлов Д.П. Краткий очерк хмелеводства в Московском районе Костромского уезда. Кострома, 1911, 21 с.
5. Ефимов Р. О разведении огурцов, табака и хмеля в Иркутской губернии. Иркутск, 1909, 43 с.
6. Роднов С. Хмель. Чебоксары: Чувашиздат, 1935, 334 с.
7. Турманина В.И. Растения рассказывают. М.: Мысль, 1987, 79 с.
8. Кирилец З.О. Хмелеводство. Краткое руководство для крестьянских хозяйств. М.: Новая деревня, 1924, 35 с.
9. Колесников Г.И. Хмелеводство. М.: Новая деревня, 1926, 15 с.
10. Киппер В. Как разводить хмель. М.: Сельхозгиз, 1931, 20 с.

11. Отчет о состоянии успехах хмелеводства в Гуслицях. СПб, 1878, 27 с.

12. Данилова Т.В., Данилов С.С., Карлов Г.И. Исследование молекулярно-генетического полиморфизма сортов хмеля обыкновенного (*Humulus lupulus* L.) с использованием ISSR-ПЦР – анализа. // Генетика, 2003. Т. 39, № 11, С. 1484-1489

13. Жегалов С.И., Архангельский С.А. Очередные задачи в области хмелеводства / Пищ. пром-сть, 1927, № 8, с. 196

14. Хмель и его использование. Киев :Урожай, 1990, 335 с.

15. Neve R.A. Hops. London, 1991, 266 p.

16. Либаккий Е. П. Хмелеводство. М.: Колос, 1983, с. 68-71

17. Mikyška A., Hrabák M., Hašková D., Šrogl J. The Role of Malt and Hop Polyphenols in Beer Quality, Flavour and Haze Stability // J. Inst. Brew. 2002. Vol. 108(1): Pp.78-85

18. Кунце В. Технология солода и пива. Санкт-Петербург: Профессия, 2001, С. 54-71

19. Scomra U. Genetic resources of hops in Poland: collection, evaluation and utilization in breeding// Proceedings of the International Scientific Meeting. Zatec, Czech Republic, 2008, Pp. 13-18

20. Atlas Czech Hop Varieties. Zatec, 2012. (in Czech with English summary)

21. Будко Л.В., Линецкая Т. Н., Василенко О.М. Критерии дифференцирования ароматных и горьких сортов хмеля // Пищевая пром-сть, 1991, № 11, С. 86-88

22. Henning J.A., Steiner J.J., Hummer K.E. Genetic Diversity among World Hop Accessions Grown in the USA // Crop Sci. 2004. Vol. 44: Pp.411-417

23. Методика Государственного сортоиспытания. Хмель. Вып. 3. М.: Колос, 1972. С. 46-56

24. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1983. С. 79-82

25. Перспективная ресурсосберегающая технология производства хмеля. Методические рекомендации. М.: ФГНУ РОСИНФОРМАГРОТЕХ, 2008. 52 с.

26. Практикум по хмелеводству. М.: Агропромиздат, 1989, с. 211-212

27. Kohlman H., Kastner A. Der Hopfen. Wolnzach, 1975, abb. 183-185

28. Matsui H., Inui T., Oka K., Fukui N. The influence of pruning and harvest timing on hop aroma, cone appearance, and yield // Food Chemistry. 2016. Vol. 202: Pp.15-22

References

1. Khmel' i khmelevye preparaty v pivovarenii [Hops and hop products in brewing] Moscow: Publishing House "Leg. i pishh. prom-st'" [Light & Food Industry], 1982, 166 p.

2. Shreder R. Khmel' i ego razvedenie v Rossii i zagranicey [Hops and its breeding in Russia and abroad]. Sankt-Petersburg: Publishing House "Devrien", 1888, 221 p.

3. Kareev V.I. Khmelevodstvo [Hop Production]. Smolensk, 1931, 57 p. (in Russian)

4. Pavlov D.P. Kratkiy ocherk khmelevodstva v Miskovskom rayone Kostromskogo uezda [A brief sketch of hop growing in the area of Miskovski region of Kostroma county]. Kostroma, 1911, 21 p.

5. Efimov R. O razvedenii ogurtsov, tabaka i khmeliya v Irkutskoy gubernii [On the breeding of cucumbers, tobacco and hops in the Irkutsk region]. Irkutsk, 1909, 43 p.

6. Rodnov S. Khmel' [Hop]. Cheboksary: Publishing House "Chuvashizdat", 1935, 334 p.

7. Turmanina V.I. Rasteniya rasskazyvayut [Plants talk]. Moscow: Publishing House "Mysl'", 1987, 79 p.

8. Kirilec Z.O. Khmelevodstvo. Kratkoe rukovodstvo dlya krest'yanskikh khozyajstv [Hop production. Quick Guide for farms]. Moscow: Publishing House "Novaya Derevnja" [New Village], 1924, 35 p.

9. Kolesnikov G.I. Khmelevodstvo [Hop production]. Moscow: Publishing House "Novaya Derevnja" [New Village], 1926, 15 p.

10. Kipper V. Kak razvodit' khmel' [How to plant hops]. Moscow: Publishing House "Sel'khozgiz", 1931, 20 p.

11. Otchet o sostoyanii uspechakh khmelevodstva v Guslitsakh [Report on progress in the state of hop production in Guslitsa]. Sankt-Petersburg, 1878, 27 p.

12. Danilova T.V., Danilov S.S., Karlov G.I. The study of molecular-genetic polymorphism of the common varieties of hops (*Humulus lupulus* L.) using ISSR-PCR - analysis. Genetics 2003. 39(11): 1484-1489

13. Zhegalov S.I., Arkhangel'skiy S.A. Ocherednye zadachi v oblasti khmelevodstva [The next task in the field of hop production] // Pishh. prom-st' [Food processing industry], 1927, № 8, Pp. 196

14. Khmel' i ego ispol'zovanie [Hops and its use]. Editor I.S. Ezhova. Kiev: Publishing Hose "Urozhay", 1990, 335 p.

15. Neve R.A. Hops. London, 1991, 266 p.

16. Libackiy E. P. Khmelevodstvo [Hop Production]. Moscow: Publishing House "Kolos", 1983, Pp. 68-71

17. Mikyška A., Hrabák M., Hašková D., Šrogl J. The Role of Malt and Hop Polyphenols in Beer Quality, Flavour and Haze Stability // J. Inst. Brew. 2002. 108(1): 78-85

18. Kunc V. [Technologiya soloda i piva]. Sankt-Petersburg: Publishing House "Professiya", 2001, Pp. 54-71

19. Scomra U. Genetic resources of hops in Poland: collection, evaluation and utilization in breeding / Proceedings of the International Scientific Meeting. Zatec, Czech Republic, 2008, Pp. 13-18

20. Atlas českých odrůd chmele [Atlas Czech Hop Varieties]. Zatec: Publishing House "Hop Research Institute", 2012

21. Budko L.V., Lineckaya T.N., Vasilenko O.M. Krite-rii differentsirovaniya aromatnykh i gor'kikh sortov khmeliya [Criteria for differentiation of aromatic and bitter hops] / Publishing House "Pishh. prom-st'" [Food processing industry], 1991, № 11, Pp. 86-88

22. Henning J.A., Steiner J.J., Hummer K.E. Genetic Diversity among World Hop Accessions Grown in the USA // Crop Sci. 2004. Vol.44: Pp.411-417

23. Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya. Khmel'. [Methodology of the state variety testing. Hop.] Vol. 3. Moscow: Publishing House "Kolos", 1972, Pp. 46-56

24. Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. [Methodology of the state variety testing of agricultural crops]. Moscow: Publishing House "Kolos", 1983, Pp. 79-82

25. Perspektivnaya resursoberegayushchaya tekhnologiya proizvodstva khmeliya. Metodicheskiye rekomendatsii [Prospective resource-saving technology of hops production. Guidelines]. Moscow: Publishing House "FGNU ROSINFORMAGR OTECH", 2008. 52 p.

26. Praktikum po khmelevodstvu [Workshop on the hop] Moscow: Publishing House "Agropromizdat", 1989, Pp. 211-212

27. Kohlman H., Kastner A. Der Hopfen. Wolnzach, 1975, abb. 183-185 (in Germany)

28. Matsui H., Inui T., Oka K., Fukui N. The influence of pruning and harvest timing on hop aroma, cone appearance, and yield // Food Chemistry. 2016. Vol. 202: Pp.15-22.

Информация об авторах

Каштанова Ольга Александровна, н.с.

E-mail: ol-al-kashtanova@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук.

Данилова Юлиана Степановна, с.н.с., к.б.н.

E-mail: yulia-danilova@yandex.ru

Данилова Евгения Степановна, м.н.с.

E-mail: yulia-danilova@yandex.ru.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Чувашский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Ткаченко Олег Борисович, доктор биол.наук,

Зав.отделом

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук

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

Information about the authors

Kashtanova Olga Aleksandrovna, Researcher.

E-mail: ol-al-kashtanova@mail.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

Danilova Yuliana Stepanovna, Cand. Sci.Biol., Senior Researcher.,

E-mail: yulia-danilova@yandex.ru

Danilova Evgeniya Stepanovna, Junior Researcher.

E-mail: yulia-danilova@yandex.ru.

Federal State Scientific Institution "Chuvash Research Institute of Agriculture"

Trachenko Oleg Borisovich, D-r. Sci.Biol. Head of Department

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

О.Г. Васильева

канд. биол. наук, м. н. с.

Л.Н. Коновалова

м. н. с.

E-mail: lab-biotech.gbsad@mail.ru

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

Морфологические особенности вегетативных почек и регенерационный потенциал в культуре *in vitro* представителей рода *Rhododendron* L.

Установлена зависимость между морфологическими особенностями вегетативных почек разных видов рода *Rhododendron* и их регенерационным потенциалом в культуре *in vitro*. Количество зачатков метамеров в почках интактных растений в значительной мере определяет коэффициент размножения в искусственных условиях. Обоснована возможность использования предварительного морфологического анализа вегетативных почек перспективных для размножения видов, форм и сортов рододендрона для оценки их регенерационного потенциала в условиях *in vitro*.

Ключевые слова: рододендрон, метамер, емкость почек, клональное микроразмножение, регенерационный потенциал.

O. G. Vasilyeva

Ph. D. Biologists, Junior Researcher

L. N. Konovalova

Junior Researcher

E-mail: lab-biotech.gbsad@mail.ru

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

Morphological features of vegetative buds and regenerative potential of the genus *Rhododendron* L. in culture *in vitro*

The relationship between morphological features of vegetative buds and regenerative potential in culture *in vitro* has been ascertained in various *Rhododendron* species. The reproduction index is largely dependent on the number of primordium metameres in buds of intact plants. The preliminary morphological analysis of vegetative buds can be used for evaluation of regenerative potential *in vitro* in promising *Rhododendron* taxa.

Keywords: rhododendron, metamere, the capacity of the kidneys, clonal micropropagation, regeneration potential.

Род *Rhododendron* L. – самый представительный в семействе Ericaceae. Он насчитывает свыше 1300 дикорастущих видов и около 12 тысяч сортов. По многообразию форм и окраске цветков и листьев, по сохранению декоративности в любое время года, рододендроны занимают достойное место среди красивоцветущих кустарников. По результатам многолетних интродукционных испытаний, проводимых в отделе дендрологии ГБС РАН, были рекомендованы наиболее декоративные и вполне зимостойкие в условиях Нечерноземной зоны рододендроны 42 наименований [1]. В генетическом банке *in vitro* лаборатории биотехнологии растений ГБС РАН род *Rhododendron* представлен 12 видами и 13 сортами.

Целью наших исследований являлось изучение морфологии вегетативных почек различных видов рододендрона, выбор возможного критерия для прогнозирования регенерационного потенциала в условиях *in vitro*.

У древесных растений в качестве эксплантов для последующего культивирования *in vitro* используют терминальные и латеральные вегетативные почки. Для представителей рода *Rhododendron* характерно наличие почек

двух типов: вегетативных и генеративных. Вегетативные почки рододендронов закладываются на побегах весеннего роста в пазухах листьев, реже – на верхушке. Заложение кроющих чешуй, листьев и их частей в почках происходит акропетально. Число, форма и особенности анатомического строения кроющих чешуй почек зависят от биологических и экологических особенностей вида.

Вегетативные почки видов рододендрона отличаются друг от друга по размерам, форме, опушенности. Особенно это различие проявляется между почками вечнозеленых и листопадных видов рододендрона (рис. 1).

В то же время существуют особенности, общие для всех видов рододендрона. Развитие почек рододендрона по длине побега происходит базипетально. Почки, расположенные в пазухах нижних листьев, построенные по типу листовых почек, но значительно меньшие по размерам, как правило, остаются спящими. Они могут находиться в состоянии покоя неопределенно долгое время, иногда много лет. Развитие их может быть вызвано искусственным удалением или повреждением вышеразположенных почек или другими факторами внешней среды (рис. 2).

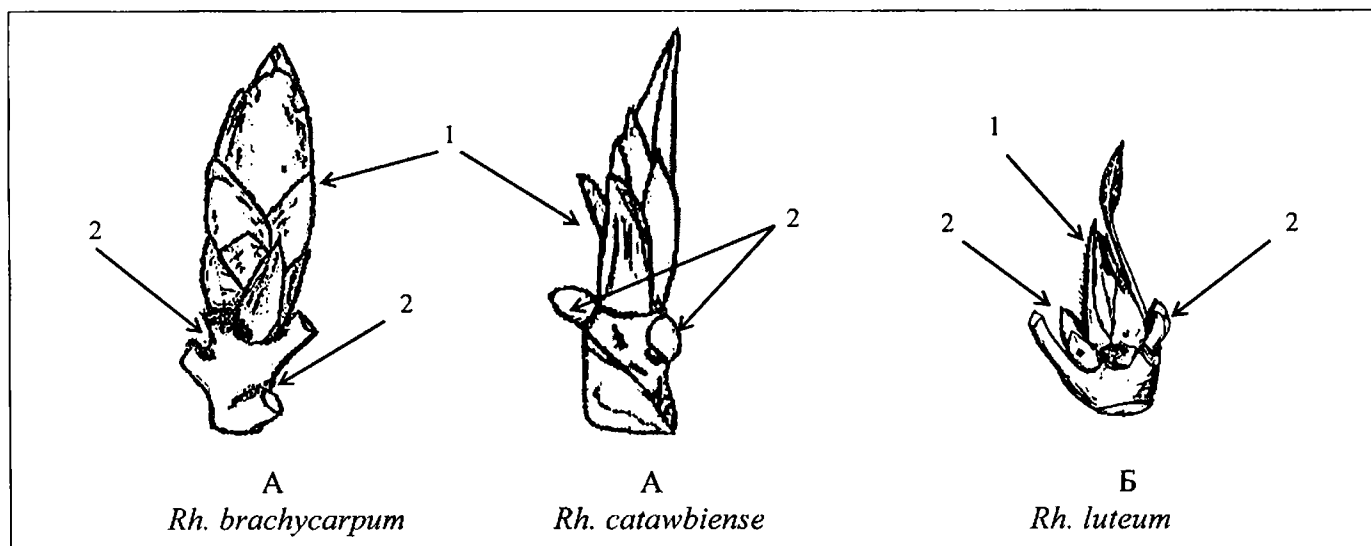


Рис.1. Вегетативные почки некоторых видов рододендрона. Условные обозначения: А – вечнозеленые виды; Б – листопадные виды; 1 – терминальная почка, 2 – аксиллярная почка.

Снаружи почку покрывают от 8 до 18 жестких, очень клейких, с заостренной верхушкой чешуек. В центре почки находится конус нарастания. Он прикрыт двумя листовыми примордиями. Из листовой верхушечной почки развивается олистевный побег.

Формирование почек — важный этап в развитии растений. Анатомо-морфологические исследования и фенологические наблюдения показали, что почки нарастания у всех изученных нами видов рододендронов закладываются на побегах весеннего роста. В почке формируются кроющие чешуи и листья, в пазухах последних закладываются внучатые почки. На следующий год из этих почек формируется вегетативный побег, на верхушке которого развивается цветочная почка. В мае у основания конуса нарастания вновь образуются

боковые бугорки будущих вегетативных почек, из которых формируются в акропетальной последовательности примордиальные листья. В конце цветения трогаются в рост почки нарастания, повторяя описанный ход развития. Таким образом, развитие почек у рододендронов идет по дициклическому типу [2].

Рост побегов у рододендрона протекает неравномерно. Активность роста приурочена к началу весеннего потепления, продолжая оставаться в течение некоторого времени высокой, скорость роста затем постепенно уменьшается, и, наконец, рост полностью приостанавливается. Рост побегов завершается образованием терминальной вегетативной или генеративной почки. Одновременно с ростом побегов наблюдается рост листьев, который начинается в начале или середине мая и заканчивается в середине или конце июня.

Характерной особенностью любого побега является метамерность его строения. Побег представляет собой цепь сочлененных метамеров, каждый из которых состоит из узла стебля с отходящими от него одним листом или несколькими листьями с их пазушными почками и примыкающего снизу к узлу междоузлиями [3].

Весь процесс развития побега можно разделить на три этапа: 1 - процесс заложения листовых примордиев в виде бугорков в основании конуса нарастания в апикальной меристеме побега; 2 - процесс развития листовых примордиев в зачатки метамеров побега, на которых могут формироваться зачатки разных органов – почечных чешуй, катафиллов, ассимилирующих листьев, пазушных почек, элементов цветка, генеративных органов; 3 - процесс роста, увеличения размеров заложенных зачатков и превращения их в дефинитивные органы [4, 5].

В почке на втором этапе морфогенеза побега происходит не только формирование чешуй, зачатков листьев и цветков, но и ветвление, когда в пазухах чешуй и зачатков листьев закладываются примордии, из которых развиваются зачатки пазушных почек [6, 7].

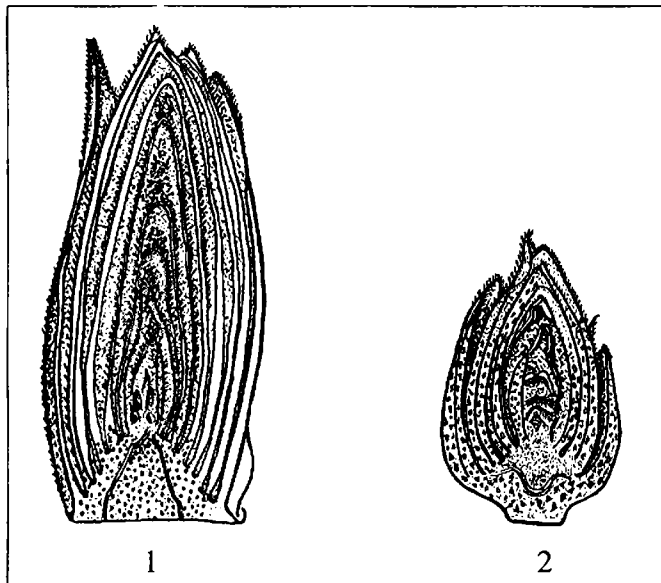


Рис. 2. Продольный разрез вегетативных почек рододендрона. Условные обозначения: 1 – терминальная почка, 2 – аксиллярная почка.

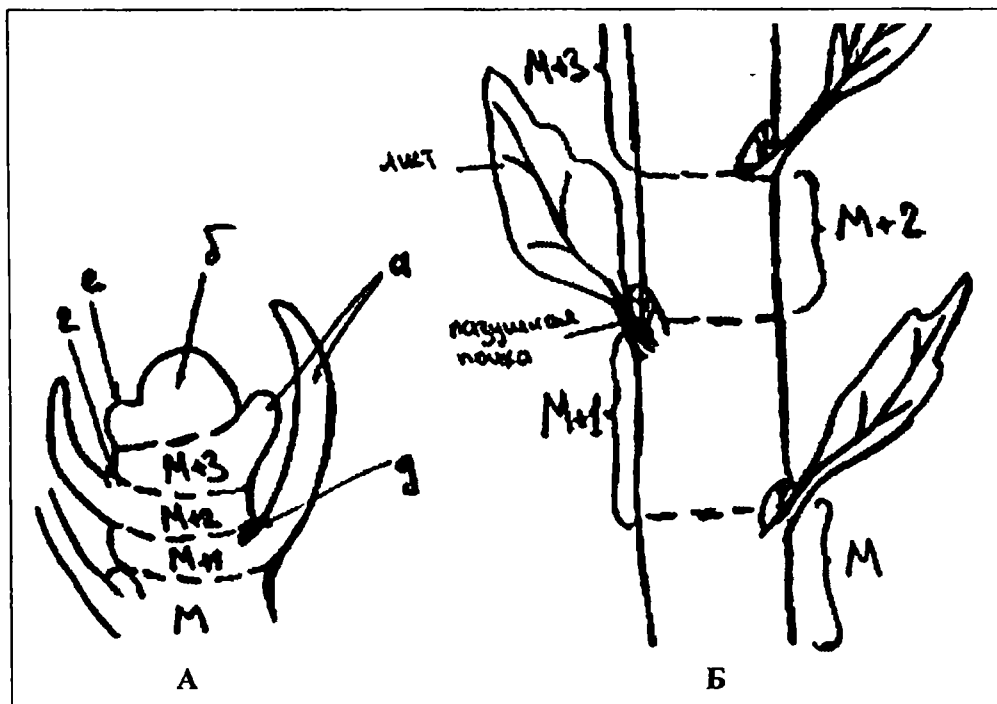


Рис. 3. Метамерность побега. Условные обозначения: А – внутрипочечный этап, Б – внепочечный этап. а – зачатки листьев; б – конус нарастания; г – примордий пазушной почки метамера М+2; д – зачаток пазушной почки метамера М+1; е – примордий; М, М+1, М+2, М+3 – последовательные метамеры

Так как узлы с листовыми примордиями в почке еще не разделены междоузлиями и предельно сближены, над апексом побега возникает покров из нескольких плотно сомкнутых молодых листьев, развитых в разной степени. Такой покров эффективно изолирует апекс и молодые листовые примордии от внешней среды и создает тем самым благоприятные условия для формирования новых участков побега. Под защитой молодых не развернувшихся листьев закладываются новые листовые примордии и осуществляются основные этапы морфогенеза листьев [7]. При очередном листорасположении количество зачатков листьев в почке соответствует количеству зачатков метамеров, т.е. емкости почек. [3-8]. Из каждого зачатка пазушной почки при благоприятных условиях внешней среды может сформироваться побег [3] (рис.3).

Нами исследована зависимость между морфологическими особенностями вегетативных почек разных видов рода *Rhododendron* и их регенерационным потенциалом в культуре *in vitro*. Проведен морфологический анализ вегетативных почек на модельных видах рода *Rhododendron*. (табл.1).

Согласно терминологии, предложенной Серебряковой Т.И., емкость почек определяют как число листовых зачатков всех возрастов, заключенных в почке от первого видимого примордия до вполне сформированного растущего листа [5]. Для определения емкости почек учитывали число внешних и внутренних почечных чешуй, а также число зачаточных листьев, по которому определяли емкость почек (табл.2).

Наибольшие показатели емкости почек были отмечены у полувечнозеленого *Rh. ledebourii* - 10,0 и листопадного

Rh. roseum - 9,6, в свою очередь, характеризующихся и наибольшим коэффициентом размножения в культуре *in vitro* - 12,0 и 11,8 соответственно. Вечнозеленые *Rh. brachycarpum* и *Rh. catawbiense* характеризуются средними показателями емкости почек по сравнению с листопадными и полувечнозелеными рододендронами. Наименьшее значение емкости почек отмечено у листопадного *Rh. schlippenbachii* - 4,0-6,0 отличающегося и невысоким коэффициентом размножения *in vitro* - 6,7.

Были исследованы морфометрические показатели почек однолетних побегов разных видов рододендрона, в зависимости от положения почек на побеге (табл. 3.).

Определена емкость терминальных и аксиллярных почек однолетних побегов разных видов рододендрона, в зависимости

от положения почек на побеге (табл. 4).

У исследуемых видов рододендрона емкость почек меняется в зависимости от расположения их на побеге. Терминальные почки и аксиллярные почки, расположенные в верхней части побега характеризуются большими показателями емкости почек. Причем, у полувечнозеленого *Rh. ledebourii* и листопадных рододендронов, начиная с 6 почки наблюдается уменьшение емкости почки в два и более раза, по отношению к терминальной, а у вечнозеленых видов рододендрона – начиная с 4 почки. Эта зависимость прослеживается у всех исследуемых видов рододендрона.

Также было проведено определение емкости почек, изолированных в конце периода активного роста побегов: в конце июня – начале июля (рис. 4).

Согласно данным таблицы, емкость терминальных почек у модельных видов рододендрона во второй половине июля отличается от аналогичных показателей у почек, изолированных перед началом роста побегов (в мае). У всех исследуемых видов рододендрона показатель емкости почек, изолированных в июле ниже, чем у почек, изолированных до начала роста побегов, например, у *Rh. ledebourii* эти показатели равны 4 и 10, у *Rh. schlippenbachii* – 2 и 4, у *Rh. catawbiense* – 3 и 7, у *Rh. brachycarpum* 6 и 8, у *Rh. luteum* – 6 и 9 соответственно. Такая закономерность может быть объяснена тем, что у рододендронов в условиях г. Москвы рост побегов у большинства видов заканчивается примерно к середине или концу июля (только у *Rh. japonicum* – в середине августа). К этому времени аксиллярные почки содержат 2

Таблица 1. Особенности строения терминальных вегетативных почек некоторых видов рододендрона

Вид	Строение терминальной почки
ВЕЧНОЗЕЛЕННЫЕ ВИДЫ	
<i>Rhododendron smirnowii</i>	<p>3 2</p> <p>1</p>
<i>Rhododendron catawbiense</i>	<p>3 2</p> <p>4 1</p>
ПОЛУВЕЧНОЗЕЛЕННЫЕ ВИДЫ	
<i>Rhododendron ledebourii</i>	<p>4 2</p> <p>3 1</p>
ЛИСТОПАДНЫЕ ВИДЫ	
<i>Rhododendron luteum</i>	<p>3 2</p> <p>1</p>

Условные обозначения: 1 – наружные чешуи; 2 – внутренние чешуи; 3 – зачаточные листья; 4 – аксиллярные почки.

Таблица 2. Морфометрические показатели терминальных вегетативных почек модельных видов рододендрона

Вид	Число		
	внешних чешуй, шт.	внутренних чешуй, шт.	Емкость почки
<i>Rh. brachycarpum</i>	9,3	12,0	6,7
<i>Rh. catawbiense</i>	2,7	8,6	7,3
<i>Rh. ledebourii</i>	5,6	7,8	10,0
<i>Rh. luteum</i>	5,8	5,8	9,0
<i>Rh. japonicum</i>	6,0	8,0	9,0
<i>Rh. schlippenbachii</i>	4,0	3,0	4,0
<i>Rh. roseum</i>	4,0	8,0	9,6

– 6 (в зависимости от вида) ясно различимых зачатков листьев. В течение лета число зачатков листьев увеличивается, и к осени на побегах возобновления терминальная вегетативная почка при моноподиальном нарастании содержит от 3 до 10 (в зависимости от вида) ясно различимых зачатков листьев, в пазухах которых заметны меристемы почек второго порядка. Это соответствует данным [9], согласно которым период формирования почек у интродуцированных видов рододендрона 1,5-3 месяца и полностью сформированы они у большинства видов в августе.

Методика биотехнологических исследований основывалась на общепринятых классических приемах работы с культурами изолированных тканей и органов растений.

Основной метод, используемый при размножении большинства таксонов древесных растений – активация развития пазушных меристем. Он считается наиболее надежным для сохранения генетической стабильности размножаемых форм [10, 11].

В качестве первичных эксплантов использовали апикальные и латеральные почки в фазе активного роста

Правильный выбор модели размножения, состава питательных сред и условий культивирования позволяет свести к минимуму риск появления соматоклональных вариантов. Для культивирования регенерантов применяли минеральную основу питательной среды Андерсона [11, 12]. В качестве регуляторов роста использовали: зеатин (Z), 6-бензиламинопуриин (6-BAР), 2-изопентиладенин (2iP), кинетин (К), индолилуксусная кислота (IAA) и индолилмасляная кислота (IBA). Математическую обработку экспериментальных данных осуществляли стандартными методами [13] с использованием пакета программ Microsoft

Office.

На этапе размножения отчетливо проявились видовые особенности рододендронов, что выражалось в различном количестве дополнительно заложённых почек и развивающихся из них впоследствии побегов. Генотипом определяются пределы изменчивости регенерационного потенциала, что согласуется с аналогичными исследованиями на других культурах [14].

В процессе наших исследований определены коэффициенты размножения (Кр) у разных видов рода *Rhododendron* (рис. 5).

Для установления зависимости между морфологическими характеристиками почек и регенерационным

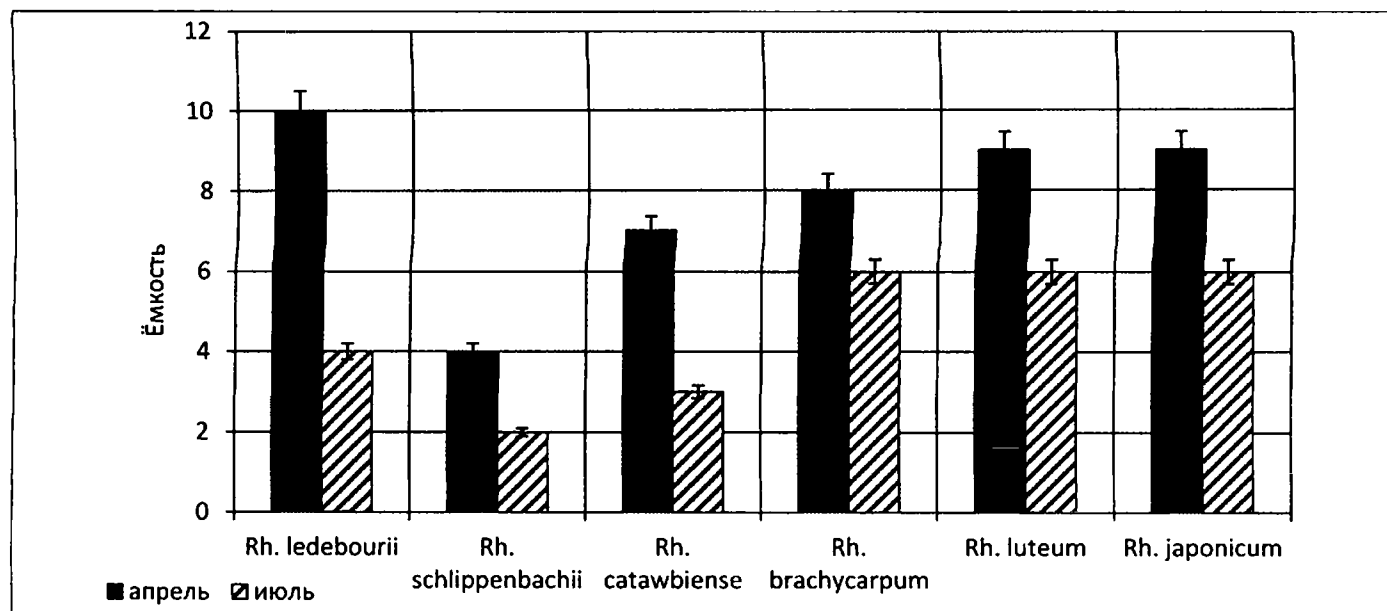
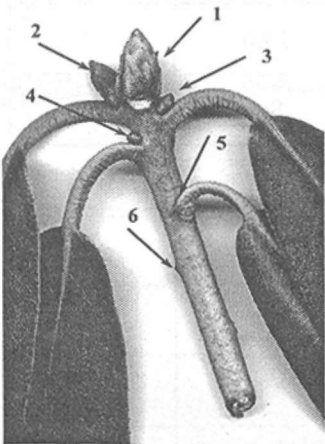
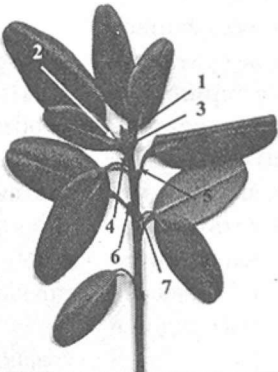
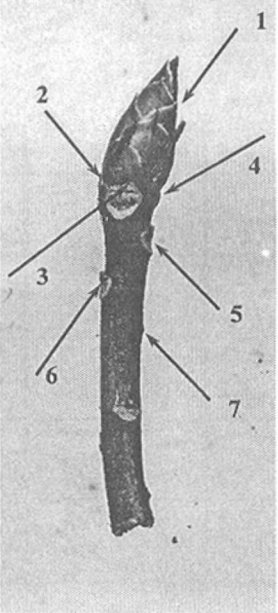


Рис. 4. Ёмкость терминальных почек рододендрона в разные периоды вегетации

Таблица 3. Морфометрические показатели почек однолетних побегов разных видов рододендрона, в зависимости от местоположения почки на побеге

Вид	Расположение вегетативных почек на однолетнем побеге	Емкость почек
ВЕЧНОЗЕЛЕННЫЕ ВИДЫ		
<i>Rhododendron catawbiense</i>		$1 - A_9 + B_{19} + C_9$ $2 - A_9 + B_{22} + C_9$ $3 - A_6 + B_6 + C_4$ $4 - A_3 + B_{10} + C_3$ $5 - A_3 + B_{11} + C_3$ $6 - A_3 + B_{13} + C_2$
ПОЛУВЕЧНОЗЕЛЕННЫЕ ВИДЫ		
<i>Rhododendron ledebourii</i>		$1 - A_7 + B_{10} + C_{10}$ $2 - A_{12} + B_{15} + C_9$ $3 - A_8 + B_{11} + C_9$ $4 - A_7 + B_7 + C_6$ $5 - A_6 + B_0 + C_6$ $6 - A_6 + B_0 + C_4$ $7 - A_5 + B_0 + C_3$
ЛИСТОПАДНЫЕ ВИДЫ		
<i>Rhododendron japonicum</i>		$1 - A_{11} + B_{10} + C_{10}$ $2 - A_{12} + B_{15} + C_9$ $3 - A_8 + B_{11} + C_9$ $4 - A_7 + B_7 + C_6$ $5 - A_6 + B_0 + C_6$ $6 - A_6 + B_0 + C_3$ $7 - A_5 + B_0 + C_3$

Условные обозначения: А – внешние чешуи; В – внутренние чешуи; С – зачаточные листья.

Таблица 4. Емкость почек в зависимости от местоположения на побеге

Вид	Емкость почки							
	терминальная почка			аксиллярная почка				
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Rh. brachycarpum</i>	7	7	8	5	2	1	1	-
<i>Rh. catawbiense</i>	9	9	-	4	3	3	2	-
<i>Rh. ledebourii</i>	10	9	9	6	6	4	3	-
<i>Rh. luteum</i>	10	10	-	4	4	3	2	-
<i>Rh. roseum</i>	9	7	-	7	6	4	2	1
<i>Rh. japonicum</i>	10	9	9	6	6	3	3	-
<i>Rh. schlippenbachii</i>	7	-	-	6	2	1	-	-

Таблица 5. Емкость почек и коэффициент размножения *in vitro* видов рододендрона

Вид	Емкость почки	Коэффициент размножения (Кр)	Коэффициент корреляции (Kr)
<i>Rh. brachycarpum</i>	6,7	1,9	0,81**
<i>Rh. catawbiense</i>	7,3	4,0	0,90**
<i>Rh. ledebourii</i>	10,0	12,0	0,87**
<i>Rh. japonicum</i>	9,0	9,5	0,95**
<i>Rh. roseum</i>	9,6	11,8	0,82**

Примечание. Критическое значение Kr при различных уровнях значимости: 0,63 – 95% уровень значимости (*); 0,77 – 99% уровень значимости (**).

потенциалом рододендронов *in vitro* проведен корреляционный анализ (табл. 5).

Наибольшие показатели емкости почек были отмечены у полувечнозеленого *Rh. ledebourii* 10,0 и листопадного *Rh. roseum* 9,6 – видов, в свою очередь, характеризующихся и наибольшим коэффициентом размножения в культуре *in vitro* – 12,0 и 11,8 соответственно (табл. 4). Вечнозеленые *Rh. brachycarpum* и *Rh. catawbiense* характеризуются средними показателями емкости почек по сравнению с листопадными и полувечнозелеными рододендронами, это коррелирует с показателями коэффициента размножения этих видов в культуре *in vitro*.

Для всех изученных видов на 99%-ном уровне значимости выявлена положительная корреляция между емкостью почек и коэффициентом размножения в культуре *in vitro*. Наибольший коэффициент корреляции отмечен у *Rh. japonicum* ($r=0,95^{**}$) и у *Rh. catawbiense* ($r=0,90^{**}$). Таким образом, количество зачатков мстамеров в почках интактных растений в значительной мере определяет коэффициент размножения в искусственных условиях.

Все это свидетельствует о возможности использования предварительного морфологического анализа вегетативных почек перспективных для размножения видов, форм и сортов рододендрона для оценки их регенерационного потенциала в условиях *in vitro*. Установлена зависимость между морфологическими особенностями вегетативных почек разных видов рода *Rhododendron* и их регенерационным потенциалом в культуре *in vitro*.

Оптимальное время изоляции эксплантов – март-апрель. Терминальные почки и 2-3 аксиллярные почки, расположенные в верхней части побега характеризуются большим показателем емкости почек и в дальнейшем – более высоким регенерационным потенциалом по сравнению с почками, расположенными на базальной части побега.

Список литературы

1. Александрова М.С. Рододендроны. М.: Фитон+. 2001. 192 с.
2. Пачулия К.Г. Биологические и анатомо-морфологические особенности некоторых

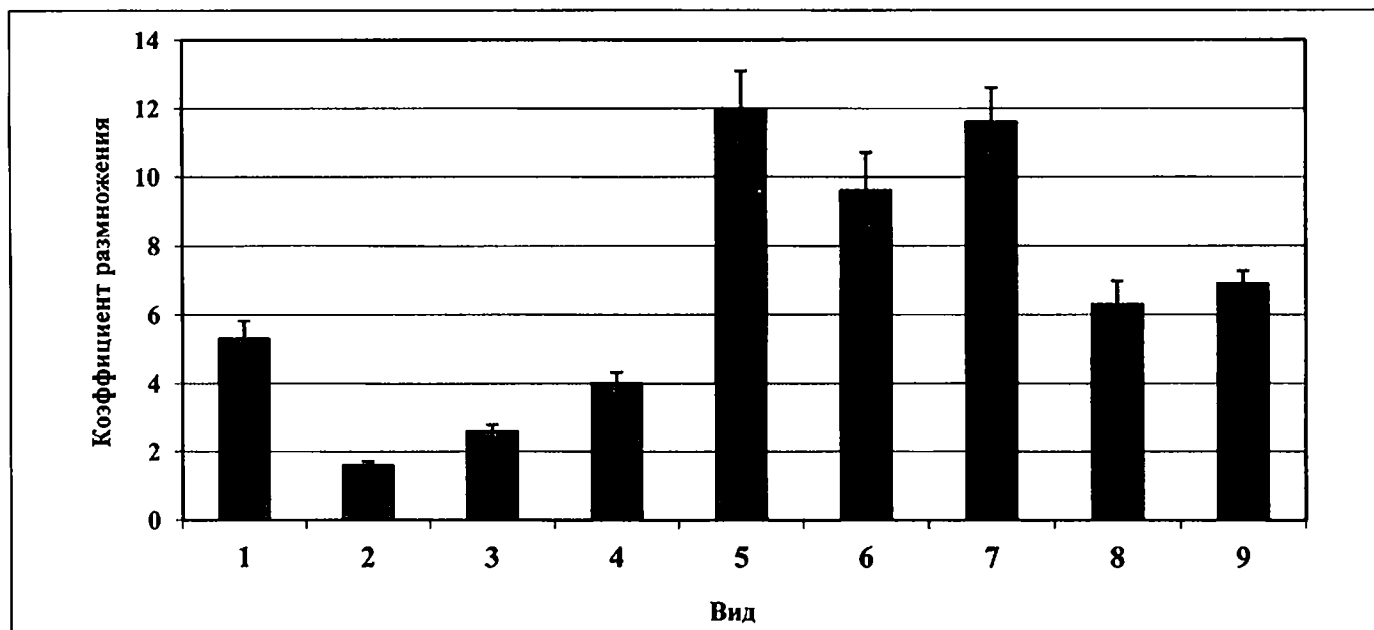


Рис. 5. Кoeffициент размножения видов рода *Rhododendron* на среде Андерсона с IAA (4,0 мг/л) и 2iP (15 мг/л). Условные обозначения: 1 – *Rh. smirnowii*; 2 – *Rh. brachycarpum*; 3 – *Rh. maximum*; 4 – *Rh. catawbiense*; 5 – *Rh. ledebourii*; 6 – *Rh. japonicum*; 7 – *Rh. roseum*; 8 – *Rh. vaseyi*; 9 – *Rh. schlippenbachii*.

интродуцированных и дикорастущих рододендронов Абхазии: Автореф. дис.... канд. биол. наук. Сухуми, 1971. 29 с.

3. Михалевская О.Б. О внутри и внепочечной фазах в развитии элементарных побегов древесных растений // Онтогенез. 2002. Т.33, № 4. С. 258-263.

4. Сербряков И.Г. Морфология вегетативных органов высших растений. М.: Советская наука, 1952. 391 с.

5. Серебрякова Т.И. Морфогенез побегов и эволюция жизненных форм злаков. М., 1971. 360 с.

6. Михалевская О.Б. Морфогенез побегов древесных растений. Этапы морфогенеза и их регуляция. М.: Типография МГПУ, 2002. 67 с.

7. Тимонин А.К. Ботаника. М.: Издательский дом «Академия», 2007. Т.3. 352 с.

8. Сабинин Д.А. Физиология развития растений. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 196 с.

9. Александрова М.С. Рододендрон. М.: Лесная промышленность, 1989. 72 с.

10. Высоцкий В.А. Биотехнологические методы в системе производства оздоровленного посадочного материала плодово-ягодных культур: Автореф. дисс.... докт. с./х. наук. М., 1998. 44 с.

11. Кутас Е.Н. Научные основы клонального микроразмножения растений на примере интродуцированных сортов голубики высокой и брусники обыкновенной: Автореф. дисс.канд. биол. наук. М., 1997. 24 с.

12. Anderson W.C. A revised tissue cultured medium for shoot multiplication of rhododendron. J Am Soc Hortic Sei. 1984. Vol. 109, Pp. 343-347.

13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

14. Долгих Ю.И. Соматоклональная изменчивость растений и возможности ее практического использования (на примере кукурузы): Автореф. Дисс.... д-ра биол. наук. М., 2005. 45 с.

References

1. Aleksandrova M.S. Rododendrony [Rhododendrons]. M: Fiton+ [Moscow: Publishing House Fiton+], 2001. 192 p.

2. Pachuliya K.G. Biologicheskie i anatomo-morfologicheskie osobennosti nekotorykh introdutsirovannykh i dikorastushchikh rododendronov Abkhazii [Biological and anatomical and morphological features of some introduced and wild rhododendrons of Abkhazia]. Avtoref. dis. kand. biol. nauk. Sukhumi [Author's abstract. Dis. Cand. Biol. Sci., Sukhumi], 1971. 29 p.

3. Mikhalevskaya O.B. O vntri i vnepochechnoy fazakh v razvitii elementarnykh pobegov drevesnykh rasteniy [About the inside and non-adrenal phases in the development of elementary shoots of woody plants]. // Ontogenez [Ontogenesis], 2002. T.33, № 4. Pp. 258-263.

4. Serebryakov I.G. Morfologiya vegetativnykh organov vysshih rasteniy [Morphology of the vegetative organs of higher plants]. M.: Sovetskaya nauka [Moscow: Soviet Science], 1952. 391 p.

5. Serebryakova T.I. Morfogenez pobegov i evolyutsiya zhiznennykh form zlakov [Morphogenesis of shoots and evolution of life forms of cereals]. M. [Moscow], 1971. 360 p.

6. Mikhalevskaya O.B. Morfogenez pobegov drevesnykh rasteniy. Etapy morfogeneza i ikh regulyatsiya [Morphogenesis of shoots of woody plants. Stages of morphogenesis and their regulation]. M.: Tipografiya MGPU [Moscow: Typography of Moscow State Pedagogical University], 2002. 67 p.

7. Timonin A.K. Botanika: Vysshie rasteniya [Botany:]. M.: Izdatelskiy dom «Akademiya» [Moscow: Publishing House "Academy"], Vol.3. 2007. 352 p.

8. Sabinin D.A. Fiziologiya razvitiya rasteniy [Physiology of plant development]. M.: Izd-vo. AN SSSR, [Moscow: Publishing House of USSR Academy of Sciences], 1963. 196 p.

9. Aleksandrova M.S. Rododendron [Rhododendron]. M.: Lesnaya Promyshlennost [Moscow: The Forest Industry], 1989. 72 p.

10. Vysotskiy V.A. Biotekhnologicheskie metody v sisteme proizvodstva ozdorovlennogo posadochnogo materiala plodovo-yagodnykh kultur [Biotechnological methods in the production system of a healthy planting stock of fruit and berry crops]. Avtoref. diss. dokt. s.-kh. nauk. M. [Author's abstract. Diss. Doct. Agr. Sci.] Moscow, 1998. 44 p.

11. Kutas E.H. Nauchnye osnovy klonalnogo mikrorazmnozheniya rasteniy na primere introdutsirovannykh sortov golubiki vysokoy i brusniki obyknovnoy [Scientific foundations of clonal micropropagation of plants on the example of introduced varieties of blueberry and cranberry common]. Avtoref. diss. kand. biol. nauk. M. [Author's abstract. Diss. Cand. Biol. Sci. Moscow], 1997. 24 p.

12. Anderson W.C. A revised tissue cultured medium for shoot multiplication of rhododendron. J Am Soc Hortic Sei. 1984. Vol. 109, Pp. 343-347.

13. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy). [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. M.: Agropromizdat, [Moscow: Agropromizdat]. 1985. 351 p.

14. Dolgikh Yu.I. Somaklonalnaya izmenchivost rasteniy i vozmozhnosti ee prakticheskogo ispolzovaniya (na primere kukuruzy) [Somaclonal variability of plants and the possibilities of its practical use (on the example of corn)]. Avtoref. diss. d-ra biol. nauk. M. [Author's abstract. Diss. Dr. Biol. Sci. Moscow], 2005. 45 p.

Информация об авторах

Васильева Ольга Григорьевна, канд. биол. наук, м. н. с.

Коновалова Людмила Николаевна, м. н. с.

E-mail: lab-bioteh.gbsad@mail.ru

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

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

Information about the authors

Vasilyeva Olga Grigorievna, Cand. Sci. Biol., Junior Researcher

Kononova Lyudmila Nikolaevna, Junior Researcher

E-mail: lab-bioteh.gbsad@mail.ru

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

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

М.А. Келдыш

канд. биол. наук., ст.н.с.

E-mail: k.marina2009@mail.ru; m.keldish@gbsad.ru

О. Н. Червякова

канд. биол. наук., ст.н.с.

E-mail: cherolya@mail.ru

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

К вопросу о трансформации ареалов вредных организмов

В работе обсуждаются вопросы, связанные с изменением ареалов вредных организмов. Рассматриваются факторы, оказывающие влияние на этот процесс. Акцентировано внимание на проблемах, связанных с расширением ареалов возбудителей вирусных заболеваний и их векторов. Показано, что в экосистемах растений интродуцентов происходит усиление вредоносности и распространения, несвойственных вредных организмов, включая адвентивных. Подчеркивается, что изменение ареалов вредных организмов является одним из проявлений трансформации экосистем.

Ключевые слова: переносчики, экосистемы, вирусы, ареалы, растения интродуценты, вредные организмы.

M.A. Keldysh

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: k.marina2009@mail.ru; m.keldish@gbsad.ru

O.N. Chervyakova

Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: cherolya@mail.ru

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

On transformation of ranges of harmful organisms

The factors affected on changes of ranges of harmful organisms have been discussed. The problems of the expansion of the ranges of viruses and their vectors have been focused. The increased harmfulness and distribution of unusual harmful organisms, including alien ones, have been found out in ecosystems of introduced plant species. The changes of ranges of harmful organisms have been considered to be one of the manifestations of ecosystem transformation.

Keywords: vectors, ecosystem, viruses, area, plants introduced species, harmful organisms.

В современной экологической ситуации проблема расширения ареала различных видов растений и животных становится все более актуальной. Географические и экологические границы ареалов возникли в процессе становления видов, и имеют глубокую историческую основу. Вместе с тем они не остаются константными, что обусловлено комплексом факторов и регуляторных механизмов различного уровня. Естественно, что не только ареалы отдельных видов, но и фауны и флоры ограничены в своем распространении экологическими условиями. Существуют ареалы различных экологических типов, отличающиеся термическим режимом, влажностью воздуха, почвы, химическим составом воды, почвенными характеристиками и другими показателями, потребность в которых является важнейшим фактором распространения вредных организмов и оказывает влияние на конфигурацию и зональное положение ареала. Исходя из того, что генофонд любой популяции живого организма представляет поток изменчивости [1] возможна их

широкая географическая и экологическая экспансия. Так, зарегистрировано возрастание числа новых рас возбудителей грибных заболеваний, высокотоксичных штаммов грибов родов *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, новых рас различных вредителей [2]. Идентифицированы новые виды и штаммы вирусов [3, 4].

Получают широкое распространение в мире эмерджентные возбудители, которые увеличивают ареал за счет контактов с новыми видами растений, возрастания численности популяций в короткие сроки и высокой адаптивности [5, 6].

Распространение и адаптация живых организмов, трансформация их ареалов – многофакторный процесс и происходит различными путями. Несомненно, большую роль играет человеческий фактор. Интенсификация сельского хозяйства, проводимая в широких масштабах интродукция растений, обмен посадочным и семенным материалом, введение новых форм и сортов с большей продуктивностью и

устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам, переход на новые технологии их возделывания оказывают влияние на экосистемы, вызывая антропогенные преобразования, изменяют условия существования их компонентов, как растений, так и животных, в том числе и их ареалов. Указанные факторы существенно влияют на циркуляцию возбудителей вирусных заболеваний, дифференцирующуюся в зависимости от типа экосистем, нарушают равновесие взаимоотношений, соотношение популяций различных видов их векторов, изменение спектра кормовых растений, число поражаемых видов растений. Отмечается расселение и доминирование более пластичных вариантов в отношении антропогенных факторов. Формирование таких связей отмечено для вирусов, микоплазм и векторов различной таксономической принадлежности Aphididae, Cicadidae, Aceria.

В результате увеличивается возможность расширения ареала возбудителей вирусных заболеваний и их переносчиков. Существенным фактором изменения ареала насекомых (и векторов), освоения патогенами принципиально новой среды обитания и образования оагов инфекции являются миграции расселения. Последние совпадают с наличием ветров, у почвенных видов связаны с движением воды. Распространение вирусов тлями неспецифических видов в полевых условиях объясняется тем, что мигранты в одинаковой мере посещают как свои кормовые, так, и несвойственные виды растений, производя частые пробные проколы, ориентирующие их в выборе оптимального пищевого субстрата. При этом и происходит распространение стилетных вирусов, а, следовательно, и расширение границ их ареала [7].

Общезвестно [8, 9], что естественными границами изменения количественного и качественного состава вредной фауны, включая переносчиков, являются рубежи физико-географических ландшафтных зон. В каждой зоне существуют так называемые интразональные биотопы, приуроченные к депрессиям или изменениям рельефа и отличающиеся от типичных зональных. В таких частях ландшафта либо сглаживаются колебания климатических факторов, что играет огромную роль в распространении популяций вредных организмов и формировании их ареалов, либо создается значительное разнообразие условий, стимулирующее темпы видообразования и приводя, таким образом, к изменению флоры и фауны.

До начала периода интенсивного воздействия человечества на природу изменения границ и структуры ареалов являлись следствием естественных изменений географической среды. В современную эпоху распространение и численность вредных организмов изменяются под воздействием различных антропогенных факторов. Поэтому, даже в сбалансированных современных ландшафтах наблюдается нарушение естественных биологических связей, которое проявляется и у паразитарных компонентов биоценоза. В пределах определенных климатических условий биоценозы представляют самую устойчивую форму использования живыми организмами суммы природных условий. С другой стороны, биоценозы, как природное явление, отражая

местные мелкие варианты почвенно-климатических условий, не являются общим выражением для различных таксономических подразделений живого покрова земли; они специфичны, имея свою определенную качественную характеристику [10]. Их структура, состав характер ценотических взаимоотношений древесно-кустарниковой и травянистой растительности, ее возрастные стадии оказывают большое влияние на динамику формирования и закономерности распределения, в том числе афидофауны переносчиков вирусных заболеваний. Установлено, что структура растительных сообществ в целом определяет уровень размножения фитофагов [11]. В этих условиях тип регулирования численности и пределы, в которых она колеблется, отражают эволюционные связи вида, определяют его место в биоценозе и функции, которые он выполняет [12, 13].

Искусственные экологические системы занимают практически 2/3 территории Московской области. Только в насаждениях Москвы представлено более 300 различных видов и форм деревьев и кустарников из районов умеренной зоны, высокогорных областей субтропиков Северного полушария. Из них 26 являются интродуцентами из Азии, 14 – Европы, 72 – Северной Америки, причем, 39% ранее в пределах нашей страны не встречались [14]. При их культивировании в новых условиях наблюдаются изменения сроков вегетации, ритма роста и развития растений [15]. Указанные факторы оказывают значительное влияние на степень распространения и интенсивность осоедения, в частности переносчиками вирусов новых ценозов и их переход на альтернативных хозяев. Причем в формировании видового состава последних и трансформации их ареалов помимо полифагов и олигофагов участвуют также монофаги, также способные расширять спектр своих кормовых растений. Большое разнообразие экологических ниш в насаждениях растений интродуцентов ускоряет размножение, например, даже таких видов тлей, которые в естественных условиях исторически сложившихся ценозов относятся к разряду малочисленных. Расширение ареалов ряда видов происходит и в результате их завоза с посадочным материалом. Дальнейшее же их закрепление в новых регионах становится возможным вследствие их адаптации в различных биосистемах, где часто наблюдается питание векторов на несвойственных им видах растений. В результате происходит распределение видов в целом нетипичных для той природной зоны, в которой предполагается данный биоценоз, и как следствие, расширение границ их природных ареалов.

В формировании фауны переносчиков вирусов антропогенных систем участвуют также аборигенные виды. Например, при наличии сорочичей в местной флоре растения-интродуценты заселяются теми же видами, если отношения выражены на родовом уровне, но вид не был представлен в местной флоре, преимущественное развитие на нем в первую очередь получают полифаги. Таким образом, фауна переносчиков представлена видами различного происхождения, распределение которых по современным биосистемам помимо их биоэкологических свойств, зависит от состава последних.

Анализ фаунистических сборов тлей показывает, что в их составе практически каждой экосистемы присутствуют переносчики вирусов тех культур, которые не характерны для данной растительной ассоциации. Даже такие виды, как *Aulacorthum solani* (Kalt.), *Aphis cracciae* L. приуроченные преимущественно к травянистым растениям [16, 17] периодически отмечались нами на древесных видах семейства бобовых. На *Caragana arborescens* и *Robinia pseudoacacia* были обнаружены основательницы, обоеполые особи и кладки яиц *Aphis craccivora* Koch. Последнее свидетельствует о том, что древесные виды бобовых в исследуемых типах биоценозов можно рассматривать в качестве основных хозяев люцерновой тли. Ранее считалось, что вид, в силу далеко ушедшей специализации на люцерне, мог использовать акацию лишь в качестве вторичного хозяина [18]. Действительно, на первых этапах освоения новых биотопов на Европейском континенте, где не было в то время акации (смысла завезли из США лишь в XVII веке), люцерновая тля была приурочена к дикой, а затем культурной форме люцерны и другим травянистым представителям бобовых (по Мамонтовой [18]). Однако, известно, что по своему генетическому потенциалу вид не может быть ограничен условиями современных ареалов. На своей родине в Северной Америке он первоначально был связан с древесными видами, в частности, акацией. В настоящее время в Европе различные виды *Caragana* и *Robinia* широко распространились в культуре в садах и парках, что, очевидно, стимулировало переход люцерновой тли на своего первичного хозяина. Это согласуется с положениями Мордвилко [19] о видообразовании, эволюции циклов и происхождения миграций у тлей, согласно которым факультативно мигрирующие виды переходят к постоянному использованию вторичных хозяев, и мнением Рскача (по Мамонтовой [18]), который считал, что *A. craccivora* должна будет использовать акацию в качестве основного хозяина. Более того, нами отмечена миграция вида на представителей семейства розоцветных (*Malus sylvestris*), имеющих общую филогенетическую ветвь с бобовыми. Этот вид отличается высокой численностью и практически равномерно распределяется в указанных растительных ассоциациях наряду с типичными сочленами биоценозов древесных растений (*Myzus cerasi* F., *Macrosiphum rosae* L., *Rhopalosiphon padi* L. и другими). Наряду с этим и виды, свойственные древесным растениям семейства *Rosacea* (*Brachycaudus cardui* L., *Aphis pomi* Debur., *M. rosae* L., *Rh. padi* L., *Phorodon humuli* Schrk., *Dysaphis crataegi* Kalt.) являются постоянными компонентами фауны переносчиков вирусов в биоценозах цветочных культур.

Адаптация отмеченных видов к ним представляет, по всей вероятности, вторичное явление. Видовой состав тлей переносчиков в биоценозах цветочных культур представляет характерное смешение фаун различных систем. Постоянную связь только с растениями природного местообитания сохранили всего два вида *Macrosiphum gei* Koch. и *Aphis affinis* Guere.

Приведенный выше анализ демонстрирует разнообразие и сложность экологических отношений тлей-переносчиков вирусов в различных типах биоценозов и

частях ареалов. Виды, свойственные отдельным культурам, не всегда обнаруживают специальную приуроченность и встречаются в разнотипных экологических системах. Для антропогенных ценозов характерны определенные сочетания видов, относящихся к различным экологическим группам. Причем наличие систематически отдаленных видов растений, как правило, более тесно взаимосвязанных друг с другом, нежели филогенетически близкие, индуцирует новые трофические связи, изменяет соотношения числа видов переносчиков вирусов в различных по степени антропогенного воздействия ценозах, переход в разряд векторов неспецифических возбудителей дополнительных видов. В результате происходит смещение структуры генофонда в сторону, детерминирующую высокий потенциал разнообразия биотипов векторов, штаммов вирусов и их способность к персистенции в несвойственных хозяевах.

Эколого-фаунистические комплексы тлей отражают характерные черты ландшафтных зон и поясов, отличающихся климатом, почвенным покровом и растительностью. Несмотря на генетическую неоднородность, то есть принадлежность к различным таксонам в пределах ареала тли отличаются сходной биологической адаптивностью. Их кормовые связи являются одним из основных критериев спецификации экологической категории. Вместе с тем тип жизненной формы не статичен и в различных ландшафтах может различаться. Одним из основных факторов, инициирующих изменение ареалов, представителей *Aphididae* является высокий уровень их пластичности и адаптивности к несвойственным видам растений. Чем дальше проникают наскочные от центра ареала, тем становятся менее требовательными, по отношению к специфичному хозяину [17]. С другой стороны, характерной чертой тлей (равно как и других наскочных) является их следование за своим хозяином, что также в большой мере оказывает влияние на изменение границ их ареалов и распространение в различных географических регионах. С процессом трансформации экосистем связано изменение ареалов различных видов вредных организмов. Так, по материалам ЕОКЗР (Европейская организация по карантину и защите растений) за период с 1995 по 2004 гг. в 29 странах Европы зарегистрировано 8889 адвентивных видов, переселившихся с других территорий.

Ботанические сады представляют собой крупнейшие центры интродукции растений, которая влечет за собой и переселение вредных организмов, несмотря на принимаемые меры внутреннего и внешнего карантина. Так, в 1955 г. в ГБС проник гладиолусовый трипс (*Taeniothrips simplex* Moris), в 1958 г. — корневой луковый клещ (*Rhizoglyphus echinopus* R. et F.). Из обнаруженных на период 1960 г. 87 видов патогенных грибов 13 видов были завезены. В 1970 г. зарегистрированы возбудители склеротической гнили гладиолуса и нарцисса *Stromatinia* (*Sclerotinia*) *gladioli* (Drayt) Whetzel, *Rizoctonia* (*Sclerotium*) *tuliparum* (Kleb.) Whetzel et Arthur, в 1974 г. — впервые обнаружены бактериальная гниль тюльпана (*Agrobacterium tumefaciens* (Sm. et Town.) Conn.) и годрония (*Godronia cassandrae* Pk.) на голубике [20]. За период 1966-1995 гг. отмечено расширение видового состава вредителей и возбудителей болезней в экосистемах ГБС.

Так, если в 1966-1976 гг. было зарегистрировано 394 наименования вредных организмов, то за период 1982-1992 г. их число пополнилось на 87 видов, а к 1995 г. их насчитывалось уже 510. Только на древесных растениях в этот период выявлено 50 видов патогенных грибов, которые ранее в ГБС не обнаруживались [21]. Было идентифицировано 98 возбудителей вирусной этиологии, относящихся к различным таксонам, выявлены новые восприимчивые виды растений в пределах многих семейств. На растениях-интродуцентах обнаружены 84 вида тлей, 19 — цикадок и 4 — нематод вредителей и переносчиков вирусных инфекций. При этом для 23 видов тлей установлена передача ранее несвойственных патогенов.

В целом в экосистемах растений-интродуцентов наблюдается усиление вредоносности и распространения, несвойственных для той или иной культуры вредных организмов, в том числе и адвентивных. Интродукция в отсутствии профессионального учета фитосанитарного состояния растений является одним из значимых факторов изменения ареалов вредных организмов и оказывает существенное влияние на степень распространения, изменчивость и адаптивность новых видов. Скопление видов растений восприимчивых к вредителям и патогенам усиливает этот процесс. В формировании видового состава вредных организмов, как уже упоминалось выше, участвуют и инвазийные виды. Так, в 2004 г в Саду обнаружен охридский минер (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimic.), наносящий существенный ущерб каштану конскому обыкновенному (*Aesculus hippocastanum* L.) и распространившийся от Македонии, где был описан, почти до ареала растения-хозяина [22]. Далее зарегистрирован такой опасный вредитель, как ясеневая узкотелая златка (*Agrilus planipennis* Fairmaire), ставящий под угрозу выращивание целого ряда видов ясеня (*Fraxinus* spp.) [23]. На территорию ГБС проник типограф (*Ips typographus* L.), уже наносящий значительный ущерб ели в Московской области, а чуть позже опасный инвазийный вид - уссурийский полиграф (*Polygraphus proximus* Blandford), в сильной степени повреждающий пихту (*Abies* spp.) [24].

В Сочинских парках «Дендрарий» и «Южные культуры» число видов членистоногих за последние два десятилетия увеличилось с 267 до 286. При этом в период 2012-2015 гг. выявлено 8 агрессивных инвазионных видов новых для Европейской части России. Это связано с завозом большого количества посадочного материала, предназначенного для озеленения олимпийских объектов [25].

Длительность адаптации и характер развития их популяций определяется экологическими условиями, пищевым субстратом, действием антропогенных факторов, а также наличием биоагентов. Процесс адаптации инвазионных паразитов к видам растений-интродуцентов достаточно длителен. До факта формирования устойчивых консортивных связей в биоценозе они оказываются вне досягаемости для естественных врагов, в отличие от аборигенных видов, и получают вследствие этого преимущественную возможность для размножения, достигая высокой численности и вредоносности.

С другой стороны изменение ареалов вредных организмов является одним из проявлений трансформации экосистем, принимающих в настоящее время глобальные масштабы. Из данных исследования, проведенного Британским университетом Эксетера, опубликованных в журнале *Global Ecology and Biogeography*, где рассмотрено текущее распределение 1901 вида вредителей и патогенов и дан исторический обзор распространения еще 424 видов, следует, что к середине столетия большинство из крупнейших мировых стран будет перенасыщено вредителями и возбудителями болезней растений, если не реализуются стратегии интегрированной защиты растений и меры биобезопасности. К наиболее опасным в ближайшие годы относят три вида: тропическую галловую нематоду (*Meloidogyne* spp.), паразитический грибок, вызывающий мучнистую росу пшеницы и других злаков (*Blumeria graminis*) и вирус tristeza цитрусовых (*Citrus tristeza virus*), который поразил плантации по разным оценкам в 105-145 странах мира [26].

Векторы являются одним из основных факторов расширения спектра растений, поражаемых вирусами. В частности у целого ряда афилофильных вирусов выявлены неспецифические виды переносчиков, а у последних, в свою очередь, новые виды кормовых связей. Полифагия векторов обеспечивает вирусам возможность для расширения ареала при инфицировании восприимчивых видов растений.

Рассматривая фауну тлей, как специфический набор видов-переносчиков в определенных растительных сообществах, обусловленный совместной эволюцией, можно, по-видимому, считать, что изменение их экологической приуроченности и спектра распространения возбудителей в антропогенных средах представляет начало формирования нового комплекса адаптаций и последующего этапа микроэволюционного процесса в условиях новых ареалов.

Анализ фитосанитарного риска, прогноза распространения и адаптивности живых организмов в новые регионы является ключевым в решении вопросов фитосанитарной безопасности России.

Список литературы

1. Северцов А.С. Теория эволюции. М.: Владос, 2005. 380 с.
2. Монастырский О.А. Увеличение биоразнообразия вредных организмов как следствие внедрения сортов интенсивного типа // Сельскохозяйственная биология. 1998. № 3. С. 25-30.
3. Pappu H.R., Jones R.A.C., Sain R.K. Global status of Tospovirus epidemics in diverse cropping systems. Successes achieved and challenges ahead // *Virus Res.* 2009. Vol.141. Pp. 219-236.
4. Turina M., Ricker M.D., Lenzi R., Masenga V., Ciuffo M. A severe disease of tomato in the Culiacan area (Sinaloa Mexico) is caused by a new picorna-like viral species // *Plant Dis.* 2007. Vol. 91, N 8. Pp. 932-941.
5. Hanssen I.M., Thomma B.P.H.J. Pepino mosaic virus: a successful pathogen that rapidly evolved from emerging to

endemic in tomato crops // *Mol. Plant Pathol.* 2010. Vol. 11, Iss. 2. Pp. 179-189.

6. Moriones E., Navas-Castillo J. Tomato yellow leaf curl virus an emerging virus complex causing epidemics worldwide // *Virus Res.* 2000. Vol. 71. Pp. 123-134.

7. Schii M. observation on the spread of papaya ringspot virus in Havayan // *Plant Dis. Rep.* 1972. Vol. 56. Pp. 331-336.

8. Ивановская О.И. Фауна тлей (Aphidoinea, Homoptera) Тувы. // Фауна и экология членистоногих Сибири // *Тр. Биол. Ин-та СО АН СССР*, 1972. Вып. 11. С. 19-24.

9. Чернов Ю.И. Природная зональность и животный мир суши. М.: Мысль, 1975. 222с.

10. Беклемишев В.Н. О классификации биоценологических (симфизиологических) связей // *Бюл. МОИП*, Отд. биол. 1951. Т. 56, Вып. 5. С. 27-31

11. Кривошеина Н.П. Сопряженная эволюция растений и насекомых и охрана природных ресурсов // *Биол. науки*. 1977. № 10 (166). С. 36-54.

12. Викторов Г.А. Биоценоз и вопросы численности насекомых // *Общая биология*. 1960. Т. 21. № 6. С. 401-410.

13. Harrison B.D. Plant viruses ecology ingredients, interactions and environmental influences // *Ann. Biol.* 1981. Vol. 99, N 3. Pp. 195-209.

14. Якушина Э.И. Древесные растения различного географического происхождения в озеленении Москвы. // *Интродукция древесных растений*. М.: Наука, 1980. С. 72-96.

15. Лапин П.И. Интродукция древесных растений. М., 1980. 167 с.

16. Божко М.П. Тли кормовых растений. Харьков: Вища школа, 1976. 133 с.

17. Ивановская О.И. Тли Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1977. Ч. 1. 271 с.

18. Мамонтова В.А. Тли сельскохозяйственных культур Правобережной степи УССР. Киев: Изд-во АН УССР, 1953. 72 с.

19. Мордвилко А.К. Тли, циклы поколений и их эволюция // *Природа*. 1935. № 11. С. 34-44.

20. Синадский Ю.В. Теоретические аспекты защиты растений и проблемы интродукции растений // *Тез. Докл. Всесоюз. конф. по теоретич. основам интродукции растений*. М., 1983. С. 405.

21. Синадский Ю.В., Козаржевская Э.Ф., Матвеева М.А. и др. Патогены и вредители растений - интродуцентов ГБС РАН // *Бюл. Гл. ботан. сада*. 1995. Вып. 171. С. 33-38.

22. Каштанова О.А. Охридский минер в дендрарии Главного ботанического сада РАН // *Защита и карантин растений*. 2009. № 11. С. 47.

23. Каштанова О.А., Ткаченко О.Б. Появление опасных видов насекомых – каштановой минирующей моли (*Camcraia ohridella*) и ясеневой изумрудной узкотелой златки (*Agrius planipennis*) в ГБС РАН // *Древесные растения: фундаментальные и прикладные исследования*. М., 2013. Вып. 2. С. 35-43.

24. Серая Л.Г., Пашенова Н.Г., Мухина Л.Н. и др. Повреждаемость видов рода *Abies* Mill. в коллекции Главного ботанического сада РАН уссурийским полиграфом (*Polygraphus proximus* Bland) и его грибными ассоциациями

// *Матер. Всерос. научн. конф. с межд. участ., посвящ. 70-летию создания института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН. Лесные биоценозы бореальной зоны: география, структура, функции, динамика*. Красноярск, 16-19 сентября 2014 г. Новосибирск, 2014. С. 652-655.

25. Ширяева Н.В. «Вклад» новых инвазивных членистоногих в состояние коллекционных растений сочинских парков «дендрарий» и «южные культуры». Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике // *Матер. Всерос. конф. с междун. участием*. Москва, 18-22 апреля 2016 г. Красноярск. 2016. С. 257-258.

26. Бутов И. Глобальная экспансия патогенов // *Защита растений*. 2014. № 12(229). С. 13.

References

1. Severtsov A.S. *Teoriya evolutsii* [Theory of evolution] M.: Vldos [Moscow: Publishing House "Vldos"]. 2005. 380 p.

2. Monastyrskiy O.A. Uvelichenie bioraznoobraziya vrednykh organizmov kak sledstvie vnedreniya sortov intensivnogo tipa [Increase biodiversity is consequence introducing of intensity sorts]. *Selskokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural Biology]. 1998. N 3. Pp. 25-30.

3. Pappu H.R., Jones R.A.C., Sain R.K. global status of Tospovirus epidemics in diverse cropping systems. Successes achieved and challenges ahead // *Virus Res.* 2009. 141. Pp. 219-236.

4. Turina M., Ricker M.D., Lenzi R., Masenga V., Ciuffo M. A severe disease of tomato in the Culiacan area (Sinaloa Mexico) is caused by a new picorna-like viral species // *Plant Dis.* 2007. Vol. 91, N 8. Pp. 932-941.

5. Hanssen I.M., Thomma B.P.H.J. Pepino mosaic virus: a successful pathogen that rapidly evolved from emerging to endemic in tomato crops. // *Mol. Plant Pathol.* 2010. Vol. 11, Iss. 2. Pp. 179-189.

6. Moriones E., Navas-Castillo J. Tomato yellow leaf curl virus an emerging virus complex causing epidemics worldwide // *Virus Res.* 2000. Vol. 71. Pp. 123-134.

7. Schii M. observation on the spread of papaya ringspot virus in Havayan // *Plant Dis. Rep.* 1972. Vol. 56. Pp. 331-336.

8. Ivanovskaya O.I. Fauna tley (Aphidoinea, Homoptera) Tuva [Fauna of aphids (Aphidoinea, Homoptera) Tuva]. // *Fauna i ekologiya chlenistonogikh Sibiri* [In books: Fauna and ecology Ahtropoda of Siberia]. *Trudy Biol. Instituta SO AN SSSR* [Proc. Biol. Inst. AS USSR]. Novosibirsk. 1972. Vol. 11. Pp. 19-24.

9. Chernov Yu. I. *Prirodnaya zonalnost i zhivotnyy mir sushi* [Natural zonality and animal world of dry land]. М.: Mysl, [Moscow: Publishing House "Thought"]. 1975. 222 p.

10. Beklemishev V.N. O klassifikatsii biotsenoticheskikh (simfiziolozhicheskikh) svyazeiy [Classifications biocenotic connections]. *Byul. MOIP, Otd. Biologii* [Bul. MSN., Biol. Ser.]. 1951. Vol. 56, Iss. 5. Pp. 27-31.

11. Krivosheina N.P. *Sopryazhennaya evolutsiya rasteniy i nasekomykh i okhrana prirodnkh resursov* [Attended evolution

of plants and insects and guarding natural resources]. *Biolog. nauki* [Biological Sciences]. 1977. N 10 (166). Pp. 36-54.

12. Viktorov G.A. Biotsenoz i voprosy chislennosti nasekomykh [Biocenosis and questions number of insects]. *Obshchaya biologiya* [Common biology]. 1960. Vol. 21, N 6. Pp. 401-410.

13. Harrison B.D. Plant viruses ecology ingredients, interactions and environmental influences// *Ann. Biol.* 1981. Vol. 99, N 3. Pp. 195-209.

14. Yakushina E.I. Drevesnye rasteniya razlichnogo geograficheskogo proiskhozhdeniya v ozelenenii Moskvy [Woody plants of different geographical origin in sanitation of Moscow]. V knige: *Introduktsiya drevesnykh rasteniy* [In book: Introduction of woody plants]. M.: Nauka [Moscow: Publishing House "Science"]. 1980. Pp. 72-96.

15. Lapin P.I. Introduktsiya drevesnykh rasteniy [Introduction of woody plants]. M. [Moscow]. 1980. 167 p.

16. Bozhko M.P. Tli kormovykh rasteniy [Aphids of host plants]. Kharkov: Izd. obedinenie "Vishcha shkola" [Harkov: Publishing House "Vishcha shkola"]. 1976. 133 p.

17. Ivanovskaya O.I. Tli Zapadnoy Sibiri [Aphids of West Siberia]. Novosibirsk: Izd-vo Nauka, [Novosibirsk: Publishing House "Science"]. 1977. Vol. 1. 271 p.

18. Mamontova V.A. Tli selskokhozyaystvennykh kultur Pravoberezhnoy stepi USSR [Aphids agricultural plants right shore steppe of Ukraine]. Kiev: Izd-vo AN USSR [Kiev: Publishing House "AS USSR"]. 1953. 72 p.

19. Mordvilko A.K. Tli, tsykly pokoleniy i ikh evolutsiya [Aphids, generations cycles and them evolution nature]. *Priroda* [Nature]. 1935. N 11. Pp. 34-44.

20. Sinadskiy Ju.V. Teoreticheskie aspekty zashchity rasteniy i problemy introduktsii rasteniy [Theoretical aspects of plant protection and problems of plants introduction]. *Tezisy dokladov Vsesojuznoy konferentsii po teoreticheskim osnovam introduktsii rasteniy* [Abstract of papers of the All-Union conference on theoretical bases introduction of plants] M. [Moscow]. 1983. P. 405.

21. Sinadskiy Ju.V., Kozarzhevskaya E.F., Matveeva M.A. et al. Patogeny i vrediteli rasteniy - introdutsentov GBS RAN [Pathogens and insect pest introduction plants]. *Byul. GBS* [Bul. Main Botan. Gardn]. 1995. Iss. 171. Pp.33-38.

22. Kashtanova O.A. Okhridskiy miner v dendrarii Glavnogo botanicheskogo sada RAN [Cameraria ohridella

in the nursery of the Central Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences]. *Zashchita i karantin rasteniy* [Protection and quarantine of plants]. 2009. N 11. P. 47.

23. Kashtanova O.A., Tkachenko O.B. Poyavlenie opasnykh vidov nasekomykh – kashtanovoy minirujushchey moli (Cameraria ohridella) i yasenevoy izumrudnoy uzko-teloj zlatki (Agrilis planipennis) v GBS RAN [Appearance of dangerous insect species – Horse Chestnut Leaf Miner (Cameraria ohridella) and Emerald Ash Borer (Agrilis planipennis) in MBG RAS]. *Drevesnye rasteniya: fundamentalnye i prikladnye issledovaniya* [Woody plants: fundamental and applied sciences]. M. [Moscow]. 2013. Vol. 2. Pp. 35-43.

24. Seraya L.G., Pashenova N.G., Mukhina L.N. et al. Povrezhdaemost vidov roda Abies Mill. v kolleksii Glavnogo botanicheskogo sada RAN ussuriyskim poligrafom (Polygraphus proximus Bland) i ego gribnymi assotsiatsiyami [Damage of species sort Abies Mill. in collection of the Main Botanical Garden RAS Polygraphus proximus Bland. and its association fungi]. *Materialy Vserossiyskoj nauchnoj konferentsii s mezhd. uchastiem. Lesnye biotse-nozy borealnoj zony: geografiya, struktura, funktsii, dinamika*. Krasnoyarsk [Proceedings of the All-Russian scientific Conference with international participation. Forest biocenosis of boreal zone: geography, structure, functions, dynamics. Krasnoyarsk]. Novosibirsk [Novosibirsk]. 2014. Pp. 652-655.

25. Shiryayeva N.V. "Vklad" novykh invazivnykh chlenistonogikh v sostoyanie kolleksionnykh rasteniy sochinskikh parkov «dendrarii» i «juzhnye kultury». ["Contribution" of new invasive arthropods to the condition of plant collection in sochi parks "Dendrary" and "Yuzhnye kultury"]. *Monitoring i biologicheskie metody kontrolya vreditel'ey i patogenov drevesnykh rasteniy: ot teorii k praktike* [Monitoring and biological control methods of woody plant pests and pathogens: from theory to practice]. *Materialy Vserossiyskoj konferentsii s mezhd. uchastiem*. M., 2016. [Proceedings of International Conference. Moscow, 2016]. Krasnoyarsk [Krasnoyarsk]. 2016. Pp. 257-258.

26. Butov I. Globalnaya ekspansiya patogenov [General pathogens expansion]. *Zashchita rasteniy* [Plants protection]. 2014. N 12 (229). P.13.

Информация об авторах

Келдыш Марина Александровна, канд. биол. наук., ст.н.с.

E-mail: k.marina2009@mail.ru; m.keldish@gbsad.ru

Червякова Ольга Николаевна, канд. биол. наук., ст.н.с.

E-mail: cherolya@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской Академии наук

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

Information about the authors

Keldysh Marina Aleksandrovna, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: k.marina2009@mail.ru; m.keldish@gbsad.ru

Chervyakova Olga Nikolaevna, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

E-mail: cherolya@mail.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

Н.Н. Селочник

канд. биол. наук

E-mail: lenelse@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт лесоведения РАН

О микобиоте дубрав московских парков и лесопарков

В течение трех лет (2011-2013 гг) группой сотрудников института лесоведения РАН впервые проводилась комплексная оценка состояния московских парков и лесопарков. Место расположения всех этих объектов, их координаты, описание состояния дубов по форме кроны, травянистого покрова, общая краткая оценка дубрав по количеству грибов –деревоуничтожителей даны в совместной статье «Методология оценки и прогноза состояния дубрав в условиях антропогенных воздействий (на примере Московского региона) [1].

N.N. Selochnik

Can. Sci. Biol.

E-mail: lenelse@yandex.ru

Federal State Budgetary Institution for Science
Forest Science Institute of RAS

On fungous biota in oak stands in parks and forest parks within the area of the city of Moscow

The results of surveys conducted by researches of the Institute for Forestry RAS in 2011-2013 are presented. The comprehensive assessment of the status of parks and forest parks within the area of the city of Moscow was established for the first time.

Keywords: fungous biota, oak, park, forest park, the city of Moscow.

Введение

Автором этой статьи была поставлена задача детально изучить микобиоту обследованных объектов, как на деревьях, так и на почве, на заложенных временных пробных площадях и вне их, ее распространение, видовой состав, экологические группы, влияние на видовой состав и количество грибов расстояния от проходящих вокруг трасс и шоссейных дорог. Эти данные позволили также оценить степень антропогенного влияния на санитарное состояние дубрав, а также инфраструктуру самих обследуемых парковых и лесных участков.

Объекты и методы

Под наблюдением в течение трех сезонов были природно-исторический Измайловский лесопарк, прилегающий к шоссе Энтузиастов, парк Дубки, Терлецкий лесопарк, усадьба-музей Коломенское, Воронцовский парк, 3 квартала Серебряноборского опытного лесничества (34,38,39) института лесоведения РАН, расположенных вдоль Рублевского шоссе, и, совместно с Н.Ф. Каплиной, также было однократно (для сравнения) обследовано Серебряно-Прудское участковое лесничество Луховицкого лесхоза на юге Московской области. Контролем послужил участок леса с доминированием дуба в Пушкинском районе Московской области (99 квартал Пушкинского участкового лесничества Правдинского лесхоза-техникума на 43 км. Ярославского шоссе). Эта пробная площадь была заложена 06.09.2012 г на расстоянии 100 м. от шоссе с умеренной интенсивностью движения. Как на заложенных временных пробных площадях, так и за их

пределами проводилась идентификация всех отмеченных плодовых тел грибов на дубах, валеже, а также лабораторные определения грибов, собранных в лесной подстилке и на почве. При уточнении названий грибов, их систематического положения и авторов пользовались книжными пособиями отечественных и зарубежных авторов [2-5] и другими источниками. В случаях разночтений приоритет отдавался последней редакции Index Fungorum, с которой сверялись все названия грибов. У грибов указывались их авторы, русское название и экологическая группа: биотрофы, ксилотрофы, подстилочные и гумусовые сапротрофы, микоризообразователи, а также расстояние находки каждого гриба <50 м и >100 м от шоссе, дорог и парковых объектов.

Результаты и обсуждение

Результаты изучения сведены в таблицы (списки грибов с латинскими и русскими названиями по видовому составу и экологическим группам в алфавитном порядке).

В таблице 1 приведены сравнительные данные по совместному летнему и осеннему сборам грибов и их идентификации в наиболее крупных объектах: природно-историческом Измайловском парке (с выраженным антропогенным влиянием) и в Серебряноборском лесничестве института лесоведения РАН в Москве вдоль Рублевского шоссе (кварталы 34, 38, 39) с меньшим антропогенным воздействием. Идентифицированные грибы указаны по отдельности на удалении до 50 м и более 100 м от шоссе Энтузиастов в первом случае и Рублевского шоссе во втором. Жирным шрифтом отмечены биотрофы и микоризообразователи.

их распространенность выделены в таблице

жирным шрифтом.

Таблица 1. Список грибов на пробных площадях в 2012 – 2014 гг. в Измайлово и в Серебряном бору (летний и осенний сборы), их систематическое положение и встречаемость (Классификация грибов там, где она изменилась, дана по Index fungorum)

Вид гриба и экологическая группа	Класс, порядок, семейство	Пробные площади			
		Измайлово		Серебряный бор	
		<50 м от шоссе	>100 м от шоссе	<50 м от шоссе	>100 м от шоссе
<i>Auricularia au-ricula-judae</i> (L.) Underw. –кс**. Аурикулярия пурпурная	Agaricomycetes* Auriculariales Auriculariaceae	+			
<i>Bjerkandera adusta</i> (Willd.) P. Karst.-кs. Бьеркандера опаленная	Agaricomycetes Polyporales Meruliaceae	+		+	
<i>Boletus chrysen-teron</i> Bull.- г.с., мк. Моховик трещиноватый	Agaricomycetes Boletales Boletaceae				+
<i>Boletus subtomen-tosus</i> Bolton = <i>Xerocomus subtomentosus</i> (L.) Quel. –г.с., мк. Моховик зеленый	Agaricomycetes Boletales Boletaceae	+		+	+
<i>Chondrostereum purpureum</i> (Pers.) Pouzar-кs. Хондростереум пурпурный	Agaricomycetes Agaricales Cyphellaceae	+		+	
<i>Clavulina coralloi-des</i> (L.) J.Shrot.– г.с. Клавулина коралловидная	Agaricomycetes Cantharellales Clavulinaceae			+	+
<i>Clitocibe nebu-laris</i> (Balsch.) P. Cumm.- п.с., = <i>Clitocibe brunneo-caperata</i> A.Cooper sp.nov. Говорушка дымчатая	Agaricomycetes Agaricales Tricholomataceae		+ Большая группа (ведьмины кольца)		
<i>Coprinopsis atramentaria</i> (Bull.) Fr. –г.с.- Навозник серый	Agaricomycetes Agaricales Psathyrellaceae	+			
<i>Corticium roseum</i> Pers-кs.Кортициум розовый	Agaricomycetes Agaricales Cortinariaceae\	+		+	
<i>Cortinarius glauco-pus</i> (Schaeff.) Fr.-г.с. Паутинник сизоножковый	Agaricomycetes Agaricales Cortinariaceae		+		
<i>Daedalea quercina</i> (L.) Pers. - кs. Дубовая губка	Agaricomycetes Polyporales Fomitopsidaceae	+	+		+

<i>Daedaleopsis confragosa</i> (Bolton) J. Schrot. – кс. Дедалеопсис шершавый	Agaricomycetes Polyporales Polyporaceae	+	+		
<i>Fomes fomentarius</i> (L.) J.J.Kickx.- кс. Настоящий трутовик	Agaricomycetes Polyporales Polyporaceae				+
<i>Fomitiporia robusta</i> (P. Karst.) Fiasson et Niemella - бт. Фомитипория дубовая. = <i>Phel- linus robustus</i> P. Bourd. et Galz.- бт. Ложный дубовый трутовик	Agaricomycetes Hymenochaetales Hymenochaetaceae	+	+		
<i>Fomitopsis pinicola</i> (Sw.) P. Karst. – кс. Окаймленный трутовик	Agaricomycetes Polyporales Fomitopsidaceae	+	+	+	+
<i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.) Pat. – кс. Плоский трутовик	Agaricomycetes Polyporales Ganodermataceae	+	+	+	+
<i>Hymenochaete rubiginosa</i> (Diks.) Lev.-кс. Гименохете кроваво-красный	Agaricomycetes Hymenochaetales Hymenochaetaceae		+	+	+
<i>Hypholoma fasciculare</i> (Huds.) P. Cumm.= <i>Inocybe fasti- giata</i> (Schaeff.) Quél. – к.с. Ложноопенок серножелтый	Agaricomycetes Agaricales Strophariaceae		+	+	+
<i>Imleria badia</i> (Fr.) Vizzini = <i>Boletus badius</i> (Fr) Fr. = <i>Xerocomus badius</i> (Fr.) Kuhn.- г.с., мк. Польский гриб, моховик каштановый	Agaricomycetes Boletales Boletaceae			+	
<i>Inonotus dryophilus</i> (Berk.) Murril.- бт. дубовый трутовик	Agaricomycetes Hymenochaetales Hymenochaetaceae	+			
<i>Lactarius camforatus</i> (Bull.)Fr. –г.с., мк. Млечник камфорный	Agaricomycetes Russulales Russulaceae		+		
<i>Lactarius flexuosus</i> (Pers.) Gray. г.с., мк. Серушка	Agaricomycetes Russulales Russulaceae				+
<i>Lactarius mitissimus</i> (Fr.) Quel. = <i>L. mitissimus</i> var. <i>tabidus</i> (Fr.) Quel. –г.с. мк. Млечник неедкий	Agaricomycetes Russulales Russulaceae				+
<i>Lactarius rufus</i> (Scop.) Fr.- г.с., мк. Горькушка	Agaricomycetes Russulales Russulaceae		+		

<i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull) Murrill-к.с. Трутовик серно-желтый	Agaricomycetes Polyporales Fomitopsidaceae	+			
<i>Lycoperdon pyriforme</i> Schaeff.-к.с. дождевик грушевидный	Agaricomycetes Agaricales Agaricaceae	+	+	+	+
<i>Lyophyllum decastes</i> Fr. (Singer) –г.с. Рядовка скученная	Agaricomycetes Agaricales Lyophyllaceae		+		+
<i>Merulius tremellosus</i> Schrad.- кс. Мерулиус дрожащий	Agaricomycetes Poliporales Meruliaceae			+	
<i>Mycena inclinata</i> (Fr.) Quel. – кс. Мицена наклоненная	Agaricomycetes Agaricales Mycenaceae		+		+
<i>Panellus stripticus</i> (Bull) P. Karst.- к.с. Сычужный гриб	Agaricomycetes Agaricales Mycenaceae		+		
<i>Paralepista flaccida</i> (Sowerby) Vizzini – г.с. Паралеписта. Рядовка поникшая	Agaricomycetes Agaricales Tricholomata-ceae		+		
<i>Peziza vesiculosa</i> Bull.- г.с. Пецица пузырчатая	Pezizomycetes Pezizales Pezizaceae				+
<i>Phallus impudicus</i> Pers. г.с. Веселка обыкновенная	Agaricomycetes Phallales Phallaceae				+
<i>Phellinus igniarius</i> (L.) Quel. – кс. Трутовик ложный	Agaricomycetes Hymeno- chaetales Hymenochaetaceae			+	
<i>Piptoporus betulinus</i> (Bull. ex Fr.) P. Karst. –к.с. Трутовик березовый	Agaricomycetes Polyporales Fomitopsidaceae	+			+
<i>Pleurotus dryinus</i> (Fr.) P. Kumm. –к.с. Вешенка дубовая	Agaricomycetes Agaricales Pleurotaceae				+
<i>Pleurotus ostreatus</i> (Fr.) P. Cumm. –к.с. Вешенка устричная	Agaricomycetes Agaricales Pleurotaceae				+
<i>Pluteus cervinus</i> (Schaeff.) P. Cumm.-к.с. Плютей олений	Agaricomycetes Agaricales Pluteaceae			+	+
<i>Russula atropurpurea</i> (Krombl) Maire- г.с. мк. Сыроежка волнистая	Agaricomycetes Russulales Russulaceae				+
<i>Russula claroflava</i> Grove – г.с., мк. Сыроежка желтая.	Agaricomycetes Russulales Russulaceae				+

<i>Russula hetero-philla</i> (Fr.) Fr.- гс., мк. Сыроежка вильчатая.	Agaricomycetes Russulales Russulaceae				+
<i>Suillus bovinus</i> (L.) Roussel – г.с., мк. Козляк	Agaricomycetes Boletales Suillaceae				+
<i>Stereum hirsutum</i> (Willd.) Pers.-кc Стереум жестко-волосистый	Agaricomycetes Russulales Stereaceae		+		
<i>Stereum subtomentosum</i> Pousar.- кс.Стереум слабовойлочный	Agaricomycetes Russulales Stereaceae	+			+
<i>Tapinella atrotomentosa</i> (Batch) Sutara –к.с. = <i>Paxillus atrotomentosus</i> (Batsch) Fr., Свинушка толстая или войлочная	Agaricomycetes Boletales Tapinellaceae				+
<i>Trametes gibbosa</i> (Pers.) Fr. - кс. Трутовик горбатый	Agaricomycetes Polyporales Polyporaceae	+			
<i>Trycholoma portentosum</i> (Fr.) Quel. – г.с., мк. Рядовка серая	Agaricomycetes Agaricales Tricholomata- ceae				+
<i>Trycholoma sejunctum</i> (Sowerby) Quel. г.с. мк. Рядовка обособленная .	Agaricomycetes Agaricales Tricholomata- ceae				+
<i>Xerocomus subto-mentosus</i> (Schaeff. ex Quel.) Quel. – г.с., мк. Моховик каштановый	Agaricomycetes Boletales Boletaceae				+
Общая цифра встречаемости грибов на 2-х объектах на разном расстоянии от автотрасс – 78 раз		18	17	13	30

Примечания: 1) . Согласно современной международной классификации, класс Agaricomycetes относится к отделу Basidiomycota; 2) бт- биотроф; кс. – ксилотроф; п.с – подстилочный сапротроф; г.с – гумусовый сапротроф; мк – микоризообразователь. 3). Знак + указывает встречаемость гриба. 4). Грибы *Boletus subtomentosum* (№ 4 – моховик зеленый) и *Xerocomus subtomentosus* (№ 19 - моховик каштановый) отличаются лишь цветом шляпки, но приведены оба. Под № 14 приведено новое актуальное название по Index fungorum самого распространенного в парках биотрофа – ложного дубового трутовика – *Fomitiporia robusta* (P. Karst.) Fiasson et Niemella - бт. 5) Биотрофы и микоризообразователи и

На изучаемых объектах идентифицировано 50 видов грибов. Для удобства приводятся как современные названия по Index fungorum, так и в некоторых случаях их синонимы. Общее число идентифицированных видов грибов в Серебряноборском лесничестве было больше (43), чем в Измайловском парке (35). Хотя в Измайловском парке на расстоянии < 50 м. от шоссе, и на расстоянии > 100 м. количество грибных видов оказалось практически одинаковым (18 и 17). В Серебряноборском лесничестве отчетливо проявлялась тенденция к уменьшению их количества с приближением к шоссе (13 против 30). Можно сделать

вывод, что в Измайловском парке антропогенный фактор действует сильнее и проявляется на большем расстоянии, чем в Серебряном бору. Однако, далее из 14 гумусовых микоризообразователей только 2 отмечены в Измайлово на расстоянии >100 м от автотрассы; *Fomitiporia robusta* и *Lactarius camforatum* . Остальные 12 все были в Серебряном бору, где было вообще на 13 видов грибов больше, чем в Измайлово на таком же расстоянии, и их состав был разнообразнее, чем в Измайлово. Грибов биотрофов на ПП всего 2: *Fomitiporia robusta* и *Inonotus dryophilus* (оба однократно). Однако за пределами опытной площадки в

Измайлово зараженность дубов грибами – биотрофами была особенно высокая вблизи шоссе Энтузиастов, что связано с интенсивным влиянием шоссе, перегруженном автотранспортом и расположенной вдоль шоссе стройкой, что вызывало ослабление деревьев и снижение их жизнеспособности. Видов ксилотрофов в Измайлово было почти в 2 раза больше на площадке менее 50 м от автотрассы, ибо тут было больше валежа, усохших деревьев, пней, являющихся субстратом для ксилотрофов.

Показатель антропогенного влияния *Bjercandera adusta* (Willd.) P. Karst. [6] указан также однократно на обоих объектах, но на ближнем расстоянии от трассы. По мере удаления от автотрассы и в Измайлово, и в Серебряном бору увеличилось число гумусовых сапротрофов, являющихся в большинстве случаев и микоризообразователями, что говорит об уменьшении рекреации, оказываемой в этих лесопарках на грибы меньшее влияние, чем шоссе. Тропиночная сеть здесь не густая, много полянок с непрямой травой. Посещаемость этих объектов умеренная.

Наши прежние исследования района Крылатское вдоль Рублевского шоссе показали вполне удовлетворительное состояние дубравы Серебряного бора даже в антропогенных условиях. Кроме того, следует отметить наличие в Серебряном бору типично лесных родов грибов, таких как *Hypholoma* (в том числе и в группах), *Russula*, *Phallus*, *Pleurotus*, довольно редко встречающийся гриб *Clavulina coralloides* и др. Это еще раз подтверждает, что в Серебряном бору антропогенное влияние в целом было менее значительным. В Измайловском же лесопарке, находящемся в городских условиях и служащим местом массового отдыха горожан, имеет место и антропогенное и рекреационное воздействие.

Видовой состав дендротрофных грибов в зеленых насаждениях Москвы опубликован также коллективом авторов кафедры экологии и защиты леса Московского государственного университета леса (МГУЛ) и отдела защиты растений ГУП «Мосзеленхоз» [7]. Ими дан большой список грибов-дендротрофов в зеленых насаждениях Москвы, включающий 469 видов на многих лиственных породах, в том числе и на дубе. Самые распространенные из них на дубе также имеются и в наших списках в московских парках в этой статье и в дубравах Воронежской области: *Daedalea quercina*, *Hymenochaete rubiginosa*, *Inonotus dryophilus*, *Laetiporus sulphureus*, *Phellinus robustus* [8]. Однако последний гриб мы приводим в списках под новым более поздним названием – *Fomitiporia robusta* (по Index fungorum). Рассмотрим состояние микобиоты на пробной площадке еще в одном парке – Терлецком (табл.2). Терлецкая дубрава входит в состав Измайловского парка и окружена со всех сторон шоссе и улицами. Здесь также отмечен *Bjercandera adusta* - показатель антропогенного влияния. В списке указано 17 видов грибов, повсеместно распространенных в лесных сообществах, по кустарниковым зарослям, на валежных стволах и пнях. Ряд из них относится к мультирегиональным и мультизональным видам [9]. Остальные грибы также имеют широкое распространение, часто большими группами, и лишь иногда одиночно и нечасто. Удивительно, что при таком широком распространении самых обычных видов грибов в Терлецком парке, при высокой его антропогенности (в частности, на ПП), имеется 8 микоризообразователей с разными породами, очевидно, приспособившихся к жестким условиям существования на этой ПП. Кроме указанных в таблице 2-х ксилотрофов (род *Paxillus*) почти все остальные являются гумусовыми сапротрофами, и ряд грибов ядовиты.

Таблица 2. Список грибов Терлецкого лесопарка (на временной пробной площадке – ПП)

Латинское название гриба	Русское название гриба	Семейство	Порядок	Класс	Экологич. группа и распространение
<i>Amanita vaginata</i> (Bull.) Lam var. <i>vaginata</i> = <i>Amanitopsis vaginata</i> (Bull.) Roze.	Поплавок серый, влагалищный.	Amanitaceae	Agaricales	Agaricomycetes	Г.с., мк. повсеместно, одиночно или группами.
<i>Bjercandera adusta</i> (Willd.) P. Karst.	Бьеркан-дера опаленная	Meruliaceae	Polyporales	То же	Кс. Единично
<i>Chalciporus piperates</i> (Bull.) Bataille	Перечный гриб	Boletaceae	Boletales	То же	Г.с., мк. Повсеместно, ежегодно
<i>Cortinarius camphorates</i> (Fr.) Fr.	Паутинник камфорный	Cortinaria-ceae	Agaricales	То же	Г.с., мк. Повсеместно
<i>Cortinarius caperatus</i> (Pers.) Fr. = <i>Rozites caperata</i> (Pers.) Fr.	Колпак кольчатый	Cortinaria-ceae	Agaricales	То же	Г.с. мк.

<i>Cortinarius cinnamomeus</i> (L.) Fr.	Паутинник коричный	Cortinaria-ceae	Agaricales	То же	Г.с., мк. Широко.
<i>Cortinarius claricolor</i> (Fr.) Fr.	Паутинник браслетчатый	Cortinaria-ceae	Agaricales	То же	Г.с., мк.
<i>Hebeloma crustuliniforme</i> (Bull.) Quel.	Гебелома клейкая	Cortinaria-ceae	Agaricales	То же	Г.с., мк. Не часто.
<i>Hypholoma capnoides</i> (Fr.) P.Cumm.	Ложноопенок серопластинчатый	Stropharia-ceae	Agaricales	То же	Кс. Большими группами.
<i>Hypholoma fasciculare</i> (Huds.) P. Cumm.	Ложноопенок серно-желтый	Stropharia-ceae	Agaricales	То же	Кс. Ядовит. Часто большими группами.
<i>Inocybe argillacea</i> (Pers) Singer = <i>I. geophylla</i> (Bull.) P. Cumm.	Волокон-ница земляная	Inocibaceae	Agaricales	То же	Г.с., мк. Ядовит.
<i>Inocybe fastigiata</i> Schaeff. (Quel) = <i>Agaricum fastigiatum</i> Schaeff.	Волокон-ница трещиноватая	Inocibaceae	Agaricales	То же	П.с. Ядовит.
<i>Inocybe lacera</i> (Fr.) P. Cumm.	Колпак кольчатый-	Inocibaceae	Agaricales	То же	П.с. Ядовит.
<i>Paxillus atrotomentosa</i> (Batch.) Fr. = <i>Tapinella atrotomentosa</i> (Batch.) Fr.	Свинуха тостая	Tapinella-ceae	Boletales	То же	Кс. Группами и одиночно. Не съедобен.
<i>Psathyrella velutina</i> Pers. Singer = <i>Agaricus velutina</i> (Pers.) Singer	Псатирел-ла бархатистая	Psathyrellataceae	Agaricales	То же	П.с. Широко, группами.
<i>Tricholoma album</i> (Schaeff.) P. Cumm.	Рядовка белая	Tricholoma-taceae	Agaricales	То же	Г.с. Широко. Мк. Часто. группами и кругами.
<i>Tricholomopsis rutigans</i> (Schaeff) Singer.	Рядовка желто-красная или краснеющая = опенок желто-красный	Tricholoma-taceae	Agaricales	То же	Большие группы. Часто. Кс.

Приводим общий обзор грибов по всем паркам за пределами уже описанных пробных площадей. При обследовании микобиоты с учетом летнего и осеннего сборов самым распространенным и почти единственным из биотрофов на дубах оказался в московских парках ложный дубовый трутовик *Fomitiporia robusta* (P. Karst.) Fiasson et Niemella, ранее (*Fellinus robustus* (P. Karst.) Bourd. et Galz.). Обозначен в дальнейшем для краткости лдт. Он присутствует почти во всех обследованных нами парковых объектах. Самыми поражаемыми лдт оказались Измайловский парк : < 50 м и > 100 м от автотрассы, о чем было сказано выше. Такое сильное поражение лдт (число плодовых тел на дубе может достигать 10-15 и даже 20 шт.) , конечно, сказывается на состоянии кроны дерева. Но при хорошем уходе деревья эти не усыхали, хотя прогноз в таких

случаях для них свидетельствует об их недолговечности. В то же время в Теллермановской дубраве (Воронежская область) этот трутовик повреждал только молодые и иногда средневозрастные дубы. До старости такие дубы не доживали [9]. Очевидно, в Измайловском парке выживаемости этих дубов способствовал также и более мягкий климат по сравнению с засушливым климатом в Воронежской области. Особенно много лдт в Измайловском парке, в местах, прилегающих к шоссе Энтузиастов и к расположенной вдоль шоссе стройке, а также в Терлецкой дубраве, являющейся частью Измайловского парка.

Другой истинный биотроф *Inonotus dryophilus* (Berk.) Murril, обозначенный дт, также встречался в местах, подверженных рекреации, как в Измайлово, так и в парке Дубки, но реже, чем *Fomitiporia robusta*.

Стоит указать на распространенность на дубах в московских парках грибов-ксилофитов, обычно живущих на мертвой древесине, но часто начинающих свое развитие на еще живых дубах. Это прежде всего настоящий трутовик *Fomes fomentarius* (L.) J.J. Kickx и серно-желтый трутовик *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill (сжт), последний с однолетними плодовыми телами, а также печеночница обыкновенная *Fistulina hepatica* (Schaeff.) With., найденная в Серебряно-Прудском лесничестве Луховицкого лесхоза на юге Московской области на пне дуба,

в пределах Москвы не встречающаяся, но широко распространенная в Теллермановской дубраве (Воронежская обл.) [8]. Это единственная находка этого гриба в Московской обл. Данные по Серебряному бору подробно обсуждены выше. Как в Измайловском парке, так и в парках Дубки и Терлецком, также отмечен *Bjerkandera adusta*.

Далее приводим данные по контрольной лесной пробной площади (Ярославское шоссе, 43 км от Москвы; 100 м. от шоссе).

Таблица 3. Список грибов осеннего и летнего сбора на контрольной лесной ПП, (43-44 кв.). Лесной участок Правдинского лесного техникума (Ярославское шоссе)

Вид гриба и экологическая группа	Класс, порядок, семейство	Осенний сбор 2012 (06.09.)	Летний сбор 2013 (19.07.)	Примечание
<i>Amanita excelsa</i> Fr. Мухомор высокий.- г.с.	Agaricomycetes Agaricales Amanitaceae	+	-	-
<i>Amanita muscaria</i> (L.) Lam.-мухомор красный. г.с.	Agaricomycetes Agaricales Amanitaceae	+	-	Симбиотроф. Гриб ядовит.
<i>Armillaria borealis</i> Marxm. et Korhonen - опенок осенний –кс.	Agaricomycetes Agaricales Physalacriaceae	+	-	Повсеместно, ежегодно, группами, часто.
<i>Boletus rubellus</i> Krombl.- моховик красноватый - мк.	Agaricomycetes Boletales Boletaceae	++	-	Микориза с дубом. Включен в Красную книгу. группами, часто
<i>Clavulina cristata</i> (Fr.) Schroet. – Поратик гребенчатый г.с.	Agaricomycetes Cantharellales Clavuliaceae	-	+	На почве, реже на опале.
<i>Crepidotus mollis</i> (Schaeff.) Staude –креpidот мягкий -г.с,кс.,	Agaricomycetes Agaricales Inocibaceae	-	+	Вызывает белую гниль. На дре- весном опале.
<i>Daedalea quercina</i> (L.) Pers. –кс. Дубовая губка	Agaricomycetes Polyporales Fomitopsidaceae	+	-	На пнях и валежнике дуба.
<i>Fomes fomentarius</i> (L.) J.Kickx.- кс. Настоящий трутовик	Agaricomycetes Polyporales Polyporaceae	+	-	То же.
<i>Fomitiporia robusta</i> (P. Karst.) Fiasson et Niemella -Дубовый трутовик - бт.	Agaricomycetes Hymenochaetales Hymenochaetaceae	+		Ранее <i>Phellinus robustus</i> P. Bourd. et Galz.- бт.
<i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.) Pat. – Траметес горбатый – кс.	Agaricomycetes Polyporales Ganodermataceae	+	+	Ежегодно, единично, нечасто.
<i>Helvella macropus</i> (Pers.) P.Karst.-Лопасник длинно-ножковый – г.с.	Pezizomycetes Pezizales Helvellaceae	-	+	Не ежегодно- группами, нечасто.

Защита растений

<i>Hypholoma sublateritium</i> (Schaeff.) Quel. – Ложноопенок кирпично-красный –к.с.	Agaricomycetes Agaricales Strophariaceae	+	–	Ежегодно, большими группами, часто.
<i>Kuehneromyces mutabilis</i> (Fr.) Sing. et Smith.- опенок летний кс.= <i>Pholiota-mutabilis</i> (Schaeff.) P. Cumm.	Agaricomycetes Agaricales Strophariaceae	-	+	Повсеместно, ежегодно, большими группами.
<i>Lactarius camphoratus</i> (Bull.) Fr. –млечник камфорный, мк.	Agaricomycetes Russulales Russulaceae	+	-	Симбиотроф. Повсеместно, ежегодно, большими группами.
<i>Leccinum scabrum</i> (Bull.) Gray-подберезовик обыкновенный –п.с. мк.	Agaricomycetes Boletales Boletaceae	+	+	Повсеместно, ежегодно, единично и группами.
<i>Lycoperdon pyriforme</i> Schaeff. кс. Дождевик грушевидный, кс..	Agaricomycetes Agaricales Lycoperdaceae	+	-	Сапротроф на древесине.
<i>Lyophyllum decastus</i> (Fr.)Singer Лиофилл скученный –г.с.	Agaricomycetes Agaricales Lyophyllaceae	+	-	Повсеместно, ежегодно, большими группами.
<i>Marasmius scorodonius</i> (Fr.) A.W. Wilson and Desjardin-чесночник обыкновенный.-п.с, гс, мк.	Agaricomycetes Agaricales Marasmiaceae	+	+	То же
<i>Mycena inclinata</i> (Fr.) Quel. – мицена наклоненная-к.с.	Agaricomycetes Agaricales Mycenaceae	+	+	То же
<i>Mycena pura</i> (Pers.) P. Cumm. мицена чистая – п.с.	Agaricomycetes Agaricales Mycenaceae	+	+	Повсеместно, ежегодно, единично и группами.
<i>Mycetinus scorodonius</i> (Fr.) A.W.Wilson et Desjardin –Негниючник (чесночник обыкновенный) –п.с., кс.	Agaricomycetes Agaricales Omphalotaceae	+	+	Почти весь грибной сезон. В лесах и на полянах, на валеже и опаде.
<i>Paxillus involutus</i> (Batsch.) Fr.- свинушка тонкая- г.с. мк.	Agaricomycetes Agaricales Paxillaceae	+	+	На почве, повсеместно, ежегодно, большими группами.
<i>Pluteus cervinus</i> (Schaeff.) P. Cumm. – кс. п.с.	Agaricomycetes Agaricales Pluteaceae	+	+	Массовый вид, повсеместно.
<i>Russula claroflava</i> Grove- сыроежка светло-желтая- г.с. мк.	Agaricomycetes Russulales Russulaceae	-	+	На почве, повсеместно.
<i>Russula foetens</i> (Pers.) Fr. – валуй г.с., мк.	Agaricomycetes Russulales Russulaceae	+	+	Повсеместно, группами.

<i>Russula atropurpurea</i> Peck -сыроежка черно-пурпуровая.- кс. мк.	Agaricomycetes Russulales Russulaceae	-	+	B Index fungorum авторы Krombh. et Britzelm.
<i>Russula puellaris</i> Fr.– сыроежка девичья- г.с., мк.	То же.	+	-	Повсеместно.
<i>Trycholoma albo-brunneum</i> (Pers.) P. Cumm. Рядовка светло-бурая.- г.с., мк.	Agaricomycetes Agaricales Tricholomataceae	+	+	Повсеместно, ежегодно.
		22	16	

Как видно из таблицы 3, всего было 38 находок грибов при осеннем и весеннем сборах. Однако, 10 видов грибов были отмечены дважды – осенью и весной. Следовательно, всего видов в таблице на контрольной пробной площади было 28. Из них лишь один биотроф – самый распространенный вид в обследованных парках *Fomitiporia robusta*, который мы во всех последующих таблицах отмечали в сокращенном виде по привычному

названию, как лдт (ложный дубовый трутовик). Также на контрольной ПП было 10 микоризообразователей (свинушка, рядовка, почти все сыроежки и некоторые другие).

Мы распределили обследованные насаждения по 4-х бальной шкале на основе состояния их микобиоты как на стоящих живых деревьях, так и на других элементах леса, а также учитывать их расстояние от дорог (табл.4).

Таблица 4. Микобиота некоторых московских парков, лесопарков и лесных участков по экологическим группам и расстоянию от дорог (в Измайлово и Серебряном бору указана ранее (табл. 1)

Экологическая группа	Терлецкая дубрава ПП и рекреационный участок		Воронцовский парк	Парк Дубки		Серебряно-прудское лесничество	Контрольная ПП - 43 км Ярославского шоссе
	<50 м от дороги	>100 м от дороги	<50 м от шоссе	<50 м от шоссе	>100 м от шоссе	>100 м от дороги	>100 м от шоссе
Биотрофы	лдт- до 10 шт. на дер.	лдт - по 15 и 20 шт. на дер.	2 разруш. плод. тела 1лдт	2 лдт	6 лдт на дер.	4 лдт на дер.	1дт на дер.
Ксилотрофы	0	6	10	ПНР-2 на дер.	ПНР-1 на дер., 15 сжт на дер.	4 ксилотрофа (на валеже и пнях)	17 (валеж, пни)
Подстил. и гумусовые сапротрофы	15	9	0	Ведьмины кольца	0	10	11
<i>Bjercandera adusta</i>	1	0	0	1	1	0	0
Микоризообразователи	0	0	3	0	0	0	7
Балл.состояния	4	4	2	3	4	2	1

Примечание: сжт – серножелтый трутовик, ПНР – поперечный надломовидный рак бактериальный, лдт – ложный дубовый трутовик, дт – дубовый трутовик

Ни в Терлецком парке, ни в Дубках не встретили ни одного усыхающего дерева, возможно, играл роль хороший уход за деревьями. Но все же учитывая большое количество на деревьях плодовых тел лдт (10-15 и даже 20 шт.), присутствие *Bjerkandera adusta* и 15 шт. сжт. (Дубки >100м от дороги), они должны иметь худший балл поражения 4. Воронцовскому парку по сумме признаков присвоен балл 1-2.

Если вернуться в парк Измайлово < 50 м. (табл. 1), там была почти такая же ситуация, как в Дубках: присутствие *Bjerkandera adusta*, 2-х биотрофов, и большая часть грибов ксилотрофы (то есть, этот участок заслуживал бы балл 4), но в точке Измайлово > 100 м балл мог бы быть улучшен до 3-х за счет высокой цифры подстилочных и гумусовых сапротрофов, а также наличия микоризообразователей.

В Серебряно-Прудском лесничестве, значительно удаленном от Москвы, хотя и было отмечено 4 лдт на деревьях дуба, но сами деревья были без признаков угнетения и усыхания, отсутствие *Bjerkandera adusta*, а также большое число подстилочных и гумусовых сапротрофов (почти как на контрольном участке) позволило этому участку присвоить балл 2. Ну и, наконец, контрольная пробная площадь на Ярославском шоссе полностью соответствовала своему назначению и получила балл 1. Отмечен только один раз биотроф (дт), на вполне благополучном дереве, ксилотрофов на деревьях дуба не было, лишь на валеже и пнях, достаточное количество подстилочных и гумусовых сапротрофов и 7 микоризообразователей.

Таким образом, самыми поражаемыми лдт оказались Измайловский парк (<50 м и >100 м от автотрассы) в связи с антропогенным влиянием перегруженности ее

автотранспортом и имеющейся там стройки, парк Дубки >100м, из-за интенсивной рекреационной нагрузки (детские площадки, пруды, густая тропинопная сеть), Терлецкая дубрава. Во всех этих объектах отмечен и индикатор интенсивного антропогенного воздействия *Bjerkandera adusta*.

Оценка общего санитарного состояния насаждений дуба впервые по 4 баллам на основе количественной и качественной оценки их микобиоты представлена в Таблице 5.

Список литературы

1. Мучник Е.Э., Каплина Н.Ф., Кулакова Н. Ю. и др. Методология оценки и прогноза состояния дубрав в условиях антропогенных воздействий (на примере Московского региона) // Лесной вестн. МГУЛ, 2014. Т.18, № 6, С. 216-225.
2. Гарибова Л.В., Лекомцева С.Н. Основы микологии. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. 220 с.
3. Джеффри Кибри Атлас грибов (определитель видов). СПб.: Амфора. ТИД, 2009. 269 с.
4. Федоров Ф.В. Грибы. М.: «Россия», 1994. 366 с.
5. Svrček M. Vančura B. Huby. Bratislava: ARTIA, 1987. 308 p.
6. Сарычева Л.А., Светашева Т.Ю., Булгаков Т.С. и др.
7. Микобиота Липецкой области. Воронеж. :ИПЦ ВГУ, 2009. 288 с.
8. Сокодова Э.С., Колганихина Г.Б., Галасьева Т.В. и др.. Видовой состав и распространение дендротрофных грибов в разных категориях зеленых насаждений Москвы. Лесной вестн. МГУЛ, 2006, № 2. С.98-116.

Таблица 5. Оценка санитарного состояния насаждения на основе микобиоты по баллам

Категория санитарного состояния	Характеристика микобиоты
Балл 1	В насаждении на деревьях дуба плодовых тел грибов нет или единично. В сообществе наблюдается полный спектр экологических групп грибов; ксилотрофы, гумусовые и подстилочные сапротрофы, микоризообразователи.
Балл 2	На деревьях дуба имеются грибы – биотрофы в количестве 1-2, ксилотрофы – также единично. Спектр экологических групп грибов несколько беднее. Отсутствуют микоризообразователи.
Балл 3	Биотрофы и ксилотрофы на дубе 5-7 шт., иногда больше. В подстилке самые обычные широко распространенные подстилочные сапротрофы, такие как <i>Collibia dryophilla</i> (денежка лесная), <i>Lyophillum decastes</i> - лиофилл скученный), <i>Lycoperdon piriforme</i> (дождевик грушевидный) и другие, встречающиеся повсеместно, ежегодно, часто большими группами. На пнях и валеже может присутствовать индикатор антропогенного влияния <i>Bjerkandera adusta</i> . Гумусовых грибов и микоризообразователей нет.
Балл 4	Биотрофы и ксилотрофы 10-20 шт. плодовых тел грибов на дереве дуба, На пнях или валеже всегда присутствует гриб- индикатор антропогенного воздействия <i>Bjerkandera alusta</i> . Нет ни гумусовых, ни подстилочных сапротрофов, ни микоризообразователей. Насаждение в критическом состоянии.

9. Селочник Н.Н. Состояние дубрав Среднерусской лесостепи и их грибные сообщества. М.-СПб.: Ин-т лесоведения РАН. 2015. 216 с.

10. Сарычева Л.А. Грибы и миксомицеты заповедника «Галичья гора», Воронеж, ВГУ, 1999. 150 с.

References

1. Muchnik E. E., Kaplina N. F., Kulakova N. Yu. et al.
2. Metodologija ocenki i prognoza sostojanija dubrav v uslovijah antropogennyh vozdeystvij (na primere Moskovskogo regiona). Lesnoj vestnik MGUL [The methodology of assessing and predicting the state of oak forests in the conditions of anthropogenic impact (by example of Moscow region). Lesnoj Vestnik [MSFU bulletin] . 2014. Vol. 18, № 6, Pp. 216-225.
3. Garibova L.V, Lekomceva S.N. Osnovy mikologii. [Fundamentals of Mycology.] M.: Tovarišhestvo nauchnyh izdanij KMK [Moscow: KMK Scientific Press LTD,] 2005. 220 p.
4. Dzheffri Kirbi. Atlas gribov (opredelitel' vidov). SPb.: Amphora, 2009 [Atlas of fungi. Identifier of species] St Petersburg: Publishing House «Amfora», 2009]. 269 p.

5. Fedorov F.V. Griby .M.: Rossiya, 1994. [Fungi. Moscow: Publishing House «Russia», 1994]. 366 p.

6. Svrček M, Vančura B. Huby. Praga: ARTIA, 1987 [Fungi. Prag: Publishing House ARTIA, 1987]. 308 p.

7. Sarycheva L.A., Svetasheva T.Ju., Bulgakov T.S. et al. Mikobiota Lipeckoj oblasti. Voronezh. IPC VGU [Mycobiota of the Lipetsk region. Voronezh. Voronezh State University Publishing house], 2009. 288 p.

8. Sokolova Je.S., Kolganihina G.B., Galasheva T.V. et al. Vidovoj sostav i rasprostranenie dendrotrofnih gribov v raznyh kategorijah zelenyh nasazhdenij . [Species composition and distribution of dendrotrophic fungi in different categories of green spaces in Moscow] // Lesnoj vestnik MGUL [Moscow State Forest University bulletin], 2006, №.2. Pp. 98-116.

9. Selochnik N.N. Sostojanije dubrav Srednerusskoj lesostepi i ih gribnye soobshhestva Moskva Sankt-Peterburg. Institut Lesovedeniya RAN [Status of oak forests in the middle-Russian forest-steppe and their fungal communities. Moscow-St Petersburg: Forest Science Institute RAS.] 2015 216 p.

10. Sarycheva L.A. Griby i miksomicety zapovednika «Galich'ya gora» [Fungi and slime fungi in the «Galichya Mountain» Reserve] Voronezh, 1999. 150 p.

Информация об авторе

Селочник Нелли Наумовна, канд. биол. наук
E-mail: lenelse@yandex.ru
Федеральное государственное бюджетное учреждение
науки Институт лесоведения РАН
143030. Российская Федерация с. Успенское Московской
обл., ул. Советская 25

Information about the author

Selochnik Nelly Naumovna, Can. Sci. Biol.
E-mail: lenelse@yandex.ru
Federal State Budgetary Institution for Science Forest
Science Institute of RAS
143030. Russian Federation, Village Uspenskoye, Moscow
Region, Str. Sovetskaya 25

Ж.А. Рупасова, член-корр. НАН Беларуси, д-р
биол. наук, проф., зав. лаб.
E-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

А.П. Яковлев, канд. биол. наук, зав. лаб.

Т.И. Василевская, канд. биол. наук, ст. н. с.

Н.Б. Креницкая, н. с.

П.Н. Белый, канд. биол. наук, ст. н. с.

А.М. Николайчук, канд. биол. наук, ст. н. с.

С.Ф. Жданец, м. н. с.

О.С. Козырь, м. н. с.

Государственное научное учреждение «Центральный ботанический сад НАН Беларуси»,
Минск

И.И. Лиштван, академик НАН Беларуси, д-р
техн. наук, проф., гл. н. с.

Государственное научное учреждение «Институт природопользования НАН Беларуси»,
Минск

Влияние погодных условий на биохимический состав плодов клюквы крупноплодной (*Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers) на рекультивируемом участке торфяной выработки в Беларуси

Приведены результаты сравнительного исследования в 2014-2015 гг. межсезонных различий в биохимическом составе плодов раннеспелого Ben Lear и позднеспелого Stevens сортов клюквы крупноплодной на фоне применения ростовых регуляторов роста Волат-6, КомплеМетСо и ЭлеГум-Комплекс на выработанном участке торфяного месторождения в центральной части Беларуси, показавшие у первого из них более выраженную зависимость характеристик биохимического состава плодов от погодных условий вегетационного периода. Применение регуляторов роста в 1,1-2,0 раза усиливало устойчивость биохимического состава плодов клюквы к погодным факторам.

Ключевые слова: стимуляторы роста, клюква крупноплодная, сорта, биохимический состав, органические кислоты, сухие вещества, углеводы, биофлавоноиды.

Zh.A. Rupasova, Dr. Sci. Biol., Prof., Head of
Department

E-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

A.P. Yakovlev, Cand. Sci. Biol., Head of
Department

T.I. Vasilevskaya, Cand. Sci. Biol., Senior
Researcher

N.B. Krinitskaya, Researcher

P.N. Bely, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

A.M. Nikolaichuk, Cand. Sci. Biol., Senior
Researcher

S.F. Zhdanets, Junior Researcher

O.S. Kozyr, Junior Researcher

State Institution for Science Central Botanical
Garden NAS of Belarus Republic, Minsk

I.I. Lishtvan, Akademian of NAS Belarus Republic,
Dr. Tekchn. Sci., Main Researcher

State Institution for Science Institution of NAS of
Belarus Republic, Minsk

The influence of weather conditions on the biochemical composition of fruits of American cranberry (*Oxycoccus macrocarpus* (Ait.) Pers.) on recultivated peatery in Belorussia

The results of comparative study on biochemical compositions of fruits are presented. The study on early-ripening variety ('Ben Lear') and late-ripening one ('Stevens') was conducted in 2014-2015 on recultivated peatery in Central Belorussia, with application of growth stimulants "Volat-6", "CompleMetCo" and "EleGum-Complex". The biochemical composition of fruits of 'Ben Lear' was more sensitive to weather conditions during growing season than that of 'Stevens'. The application of growth stimulants increased the stability of biochemical composition by 1,1-2 times.

Keywords: growth stimulants, American cranberry, varieties, biochemical composition, organic acids, dry substances, carbohydrates, bioflavonoids.

Введение. Важнейшим элементом технологии возделывания клюквы крупноплодной на рекультивируемых участках выбывших из промышленной эксплуатации торфяных месторождений Беларуси верхового типа является оптимизация режима минерального питания, направленная на максимально полную реализацию потенциала развития и плодоношения растений в специфических условиях существования. Работами В.Е. Волчкова и И.В. Бордока [1-3] с представителями сем. *Ericaceae* на мелиорированных торфах в юго-восточной части Беларуси была показана высокая эффективность некорневых обработок растений микроудобрениями, способствующих заметной активизации ростовых и биопродукционных процессов. Позднее это нашло подтверждение и в наших исследованиях с применением ряда рострегулирующих препаратов на растениях клюквы крупноплодной на участках торфяных выработок в северных и южных районах республики [4]. Вместе с тем было установлено существенное влияние испытывавшихся препаратов на биохимический состав плодов интродукта, заключавшееся в снижении интегрального уровня их питательной и витаминной ценности за счет ингибирования биосинтеза большинства действующих веществ [5]. При этом степень данного снижения в значительной мере определялась не только видом препарата и сортовой принадлежностью растений, но и погодными условиями вегетационного периода.

С целью выявления влияния погодных условий вегетационного периода на содержание в плодах клюквы наиболее ценных по своему физиологическому действию органических соединений на фоне применения рострегулирующих препаратов, была испытана серия ростовых стимуляторов («Волат-6», «КомплеМетСо» и «ЭлеГум-Комплекс») на двух модельных сортах клюквы крупноплодной – раннеспелом Ben Lear и позднеспелом Stevens на выработанном участке торфяного месторождения Зеленоборское в центральной части Беларуси (Минский р-н Минской обл.) в двухлетнем цикле наблюдений.

Материалы и методы исследований. Исследования выполнены в 2014-2015 гг. в рамках полевого опыта на участке сильноокислого ($pH_{KCl} = 2,8-3,5$), малоплодородного (содержание P_2O_5 и K_2O не более 12-15 и 11-21 мг/кг соответственно) и полностью лишённого растительности остаточного слоя донного торфа средней степени разложения, представленного сфагново-древесно-пушицевой ассоциацией. Были испытаны три вида рострегулирующих препаратов, содержащих микроэлементы, в том числе разработанное Институтом природопользования НАН Беларуси на основе гуминовых веществ жидкое комплексное микроудобрение ЭлеГум-Комплекс, содержащее в г/л – Cu-2,0, Mn-2,0, Zn-2,5, B-2,5; а также созданный специально для некорневой подкормки вересковых препарат Волат-6, содержащий в хелатной форме в мл/л – Fe-5,0, Mn-4,0, Cu-1,0, Co-0,4, B-2,0, Mo-0,4, и хелатное макро-микроудобрение КомплеМет-Со, содержащее в % – N-4,5, P_2O_5 -9,9, K_2O -9,2, S-0,2, Zn-1,5, Cu-0,9, B-0,45, Mn-1,0, Mo-0,015, Co-0,005.

Схема опыта включала 4 варианта в пятикратной повторности: 1 – контроль, без обработок; 2 – некорневые обработки препаратом КомплеМетСо из расчета 5 мл на 1 л воды, 3 – некорневые обработки препаратом ЭлеГум-Комплекс из расчета 7,5 мл на 1 л воды, 4 – некорневые обработки препаратом Волат-6 из расчета 2 мл на 1 л воды. Количество опытных растений пятилетнего возраста на каждой делянке составляло 25 экз. В соответствующих вариантах полевого опыта в фазы бутенизации и закладки цветковых почек, а также в конце вегетационного периода осуществляли трехкратную некорневую подкормку вегетирующих растений путем опрыскивания 1,5 л рабочего раствора испытывавшихся препаратов.

Повариантно в свежих усредненных пробах зрелых плодов определяли содержание: сухих веществ – по ГОСТ 8756.2–82 [6]; аскорбиновой кислоты (витамина С) – стандартным индофенольным методом [7]; титруемых кислот (общей кислотности) – объемным методом [7]. В высушенных при температуре 50-60°C усредненных пробах плодов определяли: суммарное содержание растворимых сахаров – ускоренным полумикрометодом [8]; суммы антоциановых пигментов – по методу T. Swain, W.E. Hillis [9], с построением градуировочной кривой по кристаллическому цианидину, полученному из плодов аронии черноплодной и очищенному по методике Ю.Г. Скориковой и Э.А. Шафтан [10]; собственно антоцианов и суммы катехинов (с использованием ваннлинового реактива) – фотокolorиметрическим методом [11, 7]; суммы флавонолов (в пересчете на рутин) – фотокolorиметрическим методом [7]; гидроокискоричных кислот (в пересчете на хлорогеновую) – спектрофотометрическим методом при длине волны 325 нм [12].

Все аналитические определения выполнены в 3-кратной биологической повторности. Данные статистически обработаны с использованием программы Excel.

Результаты и их обсуждение. Нашими более ранними исследованиями с интродуктами сем. *Ericaceae* было доказано, что погодные условия вегетационного периода оказывают весьма существенное влияние на биохимический состав их плодов [13]. Тем более интересным представлялось изучение данного влияния на фоне применения регуляторов роста. Как следует из табл. 1, температурные показатели и режим увлажнения в период вегетации растений в годы наблюдений заметно отличались от средней многолетней нормы. Так, апрель, май, июль, август и сентябрь 2014 г. на 7-21% были теплее обычного, и только в июне и октябре среднемесячная температура воздуха незначительно уступала средним многолетним значениям. При этом на протяжении большей части вегетационного периода наблюдался выраженный дефицит влаги. Лишь в мае и особенно в августе количество осадков превышало климатическую норму – на 23% в первом случае и в 2,5 раза во втором, что позволяло в целом охарактеризовать данный сезон как жаркий и засушливый.

Температурные показатели и особенно режим увлажнения в первой половине вегетационного периода 2015 г., во время формирования вегетативных органов клюквы,

Таблица 1. Характеристики гидротермического режима вегетационного периода в годы наблюдений

Месяц	Температура воздуха, °С					Осадки, мм		
	средняя	норма	min.	max.	% от нормы	сумма	норма	% от нормы
2014 г.								
апрель	8,7	7,2	-5,0	23,0	121	33	42	79
май	14,5	13,3	0,3	30,1	109	80	65	123
июнь	15,8	16,4	6,7	26,1	96	68	89	76
июль	20,8	18,5	11,1	31,9	112	56	89	63
август	18,9	17,5	8,0	35,6	108	169	68	249
сентябрь	12,9	12,1	-0,3	24,8	107	27	60	45
октябрь	6,2	6,6	-9,2	19,8	94	20	52	38
2015 г.								
апрель	7,2	7,2	-1,7	25,4	100,0	60	42	143
май	12,7	13,3	1,7	26,4	96	66	65	102
июнь	17,6	16,4	8,1	29,6	107	13	89	15
июль	18,7	18,5	9,2	32,3	101	52	89	58
август	20,9	17,5	8,1	33,9	119	45	68	66
сентябрь	14,0	12,1	4,6	30,2	116	82	60	136
октябрь	5,7	6,6	-6,5	19,1	86	28	52	54

как и в предыдущем сезоне, характеризовались значительными колебаниями. При этом среднемесячная температура воздуха в апреле и июле была отмечена близкими к средней многолетней норме значениями, тогда как май был заметно холоднее, а июнь, напротив, несколько теплее обычного. Чрезвычайно высокими среднемесячными температурными показателями характеризовались август и сентябрь. Обилие атмосферных осадков в апреле и достаточное их количество в мае сменилось острым дефицитом влаги в летние месяцы, на которые пришлось наиболее активное формирование биохимического состава плодов клюквы. Лишь в сентябре наблюдалось обильное выпадение осадков, превысившее среднюю многолетнюю норму. При этом октябрь, как и годом ранее, был заметно суше и несколько прохладнее обычного.

Заметим, что, несмотря на относительное сходство погодных условий вегетационных сезонов 2014 и 2015 гг., проявившееся в основном в более высоком, чем обычно, температурном фоне при преимущественном дефиците атмосферных осадков, имело место несовпадение колебаний гидротермических характеристик по месяцам. Так, если в первом сезоне август, на который приходилось активное формирование плодов клюквы, отличался избыточным выпадением осадков, в 2,5 раза превышавшим среднюю многолетнюю норму, то во втором сезоне этот месяц был чрезвычайно жарким и засушливым, что могло в определенной степени отразиться на качестве ягодной продукции. При этом для сентября была показана противоположная этой картина – недостаток влаги в первом сезоне и ее избыток во втором. Проведение же сравнительного исследования биохимического состава ягод клюквы на фоне некорневых обработок ростовыми стимуляторами

в годы наблюдений позволило не только определить степень влияния погодных факторов на содержание в плодах действующих веществ разной химической природы, но и выявить показатели и варианты полевого опыта, наименее восприимчивые к их воздействию.

Как следует из табл. 2, в условиях сезона 2015 г. содержание свободных органических кислот в сухой массе плодов обоих сортов клюквы крупноплодной варьировалось в рамках эксперимента в диапазоне более низких, чем годом ранее, значений, составлявших у сорта Ben Lear 15,5-16,7% против 17,8-19,2%, у сорта Stevens – 18,0-20,0% против 20,2-23,6%. При этом для аскорбиновой и гидроксикоричных кислот была показана противоположная этой картина – аналогичные интервалы изменения их содержания во втором сезоне охватывали области более высоких, чем в предыдущем сезоне, значений. Так, у сорта Ben Lear они составляли соответственно 361,6-449,6 мг% против 285,8-346,7 мг% и 945,7-1072,2 мг% против 621,3-978,2 мг%, у сорта Stevens – соответственно 366,5-389,4 мг% против 299,2-386,5 мг% и 1042,3-1079,2 мг% против 806,3-879,0 мг%. Аналогичная закономерность отмечена и для содержания в свежих плодах клюквы сухих веществ, изменявшегося в рамках полевого опыта в первом сезоне у сорта Ben Lear от 12,5 до 13,4%, во втором – от 13,9 до 14,5%, у сорта Stevens – соответственно от 12,7 до 13,2% и от 14,2 до 14,5% (см. табл. 2).

Подобно свободным органическим кислотам, диапазоны варьирования содержания растворимых сахаров в сухой массе плодов обоих сортов клюквы во второй год наблюдений также соответствовали области более низких, чем годом ранее, значений – у сорта Ben Lear 28,0-30,3% против 30,3-32,0%, у сорта Stevens – 23,3-27,5% против 30,3-32,8%, что

и обусловило относительное сходство в оба сезона диапазонов варьирования показателя их сахарокислотного индекса (табл. 3, 4). Особый интерес в этих исследованиях представляет ответная реакция биофлавоноидного комплекса плодов клюквы, являющегося наиболее ценным компонентом их биохимического состава, на различия погодных условий вегетационного периода. Возвращаясь к табл. 3 и 4, нетрудно убедиться, что диапазон варьирования общего количества биофлавоноидов в плодах клюквы в рамках полевого опыта во втором сезоне охватывал область более высоких, нежели в предыдущем сезоне, значений, но лишь у раннеспелого сорта, у которого он составлял 13592,1-16920,3 мг% против 10347,4-14648,3 мг%, тогда как для позднеспелого сорта была показана выраженная сопоставимость обозначенных диапазонов в оба сезона – соответственно 12231,6-13667,2 мг% и 12201,8-13304,0 мг%.

Наиболее объективное представление о степени влияния погодных условий вегетационного периода на биохимический состав плодов клюквы на фоне некорневых обработок растений ростстимулирующими препаратами можно составить по величине межсезонных различий в содержании в них определявшихся соединений в отдельных вариантах полевого опыта (табл. 5). Как видим, в большинстве случаев в направленности изменений количественных показателей биохимического состава плодов клюквы в 2015 г. относительно 2014 г. у обоих модельных сортов были выявлены сходные закономерности. Так, погодные условия второго сезона способствовали увеличению в них, по сравнению с предыдущим сезоном, содержания сухих веществ на 9-14% у сорта Ben Lear и на 8-13% у сорта Stevens, аскорбиновой кислоты – соответственно на 25-55% и 15-23%, гидроксикоричных кислот

Таблица 2 Содержание сухих веществ и органических кислот (в сухой массе) в плодах *Oxycoccus macrocarpus* в полевом опыте с некорневыми обработками рострегулирующими препаратами в годы исследований

Вариант опыта	Сухие вещества, %		Свободные органические кислоты, %		Аскорбиновая кислота, мг%		Гидроксикоричные кислоты, мг%	
	$\bar{x} \pm s_x$	t критерий	$\bar{x} \pm s_x$	t критерий	$\bar{x} \pm s_x$	t критерий	$\bar{x} \pm s_x$	t критерий
2014 г.								
Сорт Ben Lear								
Контроль	12,5±0,1		19,2±0,2		285,8±10,3		621,3±9,0	
КомплеМетСо	13,1±0,2	2,8*	18,2±0,1	-6,0*	286,9±7,5	0,1	865,7±10,4	17,7*
ЭлеГум-Комплекс	12,9±0,1	3,3*	18,6±0,1	-3,9*	346,7±10,0	4,2*	978,2±8,6	28,7*
Волат – 6	13,4±0,1	6,0*	17,8±0,1	-8,5*	300,1±4,8	1,3	737,7±8,6	9,4*
Сорт Stevens								
Контроль	12,8±0,1		23,6±0,1		318,9±10,2		806,3±9,3	
КомплеМетСо	13,2±0,1	4,1*	20,2±0,1	-37,6*	299,2±4,9	-1,7	856,0±4,0	4,9*
ЭлеГум-Комплекс	12,7±0,2	-0,4	21,5±0,1	-21,3*	386,5±5,1	5,9*	842,0±4,0	3,5*
Волат – 6	13,1±0,1	3,9*	22,5±0,1	-12,2*	377,6±7,6	4,6*	879,0±10,0	5,3*
2015 г.								
Сорт Ben Lear								
Контроль	14,3±0,1		15,5±0,1		361,6±5,8		945,7±12,0	
КомплеМетСо	14,5±0,3	0,8	16,5±0,1	9,3*	444,2±6,8	9,2*	961,7±12,2	0,9
ЭлеГум-Комплекс	14,0±0,1	-3,2*	16,7±0,1	21,4*	433,1±4,7	9,5*	1072,2±10,0	8,1*
Волат – 6	13,9±0,1	-4,2*	16,3±0,1	9,0*	449,6±2,7	13,7*	959,5±4,0	1,1
Сорт Stevens								
Контроль	14,4±0,1		18,0±0,1		366,5±4,6		1058,3±6,2	
КомплеМетСо	14,5±0,1	1,3	20,0±0,1	19,1*	368,5±2,6	0,4	1042,3±3,9	-2,2
ЭлеГум-Комплекс	14,2±0,1	-1,6	18,6±0,1	7,2*	382,7±3,6	2,8*	1056,0±14,3	-0,1
Волат – 6	14,2±0,1	-1,1	18,3±0,1	3,8*	389,4±1,4	4,8*	1079,2±2,2	3,2*

Примечание здесь и далее в табл. 3 и 4 – Звездочка (*) – статистически значимые по t-критерию Стьюдента различия с контролем при P<0,05

Таблица 3 Содержание биофлавоноидов (мг%) и углеводов (%) в сухой массе плодов *Охусоссис макроскарпус* в полевом опыте с некорневыми обработками рострегулирующими препаратами в 2014 г.

Вариант опыта	Собственно антоцианы		Лейкоантоцианы		Сумма антоциановых пигментов		Катехины	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$t_{\text{критерий}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$t_{\text{критерий}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$t_{\text{критерий}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$t_{\text{критерий}}$
Сорт Ben Lear								
Контроль	2900,0±26,5		5056,0±71,2		7956,0±45,0		2782,0±52,0	
КомплеМетСо	3300,0±34,6	9,2*	4864,0±96,8	-1,6	8164,0±33,3	3,1*	3029,0±26,0	4,2*
ЭлеГум-Компл.	3820,0±20,0	27,7*	5306,0±53,2	2,9*	9126,0±45,0	18,4*	3328,0±34,4	8,8*
Волат – 6	2820,0±17,3	-2,5	3888,0±27,7	-15,3*	6708,0±45,0	-19,6*	2015,0±34,4	-12,3*
Сорт Stevens								
Контроль	3184,7±19,9		5216,8±17,4		8401,5±30,8		2973,3±7,9	
КомплеМетСо	2135,0±20,2	-37,0*	5023,7±60,5	-3,1*	7158,7±80,3	-14,5*	2957,5±26,3	-0,6
ЭлеГум-Компл.	2765,0±40,4	-9,3*	4697,0±93,0	-5,5*	7462,0±52,5	-15,4*	2730,0±26,3	-8,9*
Волат – 6	2642,5±26,7	-16,3*	5304,8±106,8	0,8	7947,3±80,3	-5,3*	3003,0±52,5	-0,6
Вариант опыта	Флавонолы		Сумма биофлавоноидов		Растворимые сахара		Сахарокислотный индекс	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$t_{\text{критерий}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$t_{\text{критерий}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$t_{\text{критерий}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$t_{\text{критерий}}$
Сорт Ben Lear								
Контроль	2141,9±11,3		12879,9±28,4		30,3±0,3		1,6±0,01	
КомплеМетСо	2155,0±62,5	0,2	13348,0±120,4	3,8*	32,0±0,5	2,8*	1,8±0,03	7,6*
ЭлеГум-Компл.	2194,3±32,8	1,5	14648,3±57,7	27,5*	31,2±0,7	1,0	1,7±0,02	4,9*
Волат – 6	1624,4±28,6	-16,8*	10347,4±107,6	-22,8*	32,0±0,5	2,8*	1,8±0,03	8,3*
Сорт Stevens								
Контроль	1925,9±18,0		13300,7±51,2		30,3±0,3		1,3±0,01	
КомплеМетСо	2101,5±38,2	4,2*	12217,6±96,9	-9,9*	31,5±0,1	3,5*	1,6±0,01	18,7*
ЭлеГум-Компл.	2009,8±29,3,3	2,9*	12201,8±112,0	-8,9*	32,8±0,3	5,3*	1,5±0,02	10,2*
Волат – 6	2353,6±33,3	11,3*	13304,0±39,3	0,1	32,0±0,5	2,8*	1,4±0,03	4,8*

Таблица 4 Содержание биофлавоноидов (мг%) и углеводов (%) в сухой массе плодов *Охусоссис макроскарпус* в полевом опыте с некорневыми обработками рострегулирующими препаратами в 2015 г.

Вариант опыта	Собственно антоцианы		Лейкоантоцианы		Сумма антоциановых пигментов		Катехины	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$t_{\text{критерий}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$t_{\text{критерий}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$t_{\text{критерий}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$t_{\text{критерий}}$
Сорт Ben Lear								
Контроль	5390,0±40,4		5848,5±91,8		11238,5±105,1		2957,5±78,8	
КомплеМетСо	4130,0±40,4	-22,0*	5394,7±92,2	-3,5*	9524,7±132,2	-10,1*	3078,8±16,1	3,2*
ЭлеГум-Компл.	4561,7±23,3	-17,8*	6949,8±34,4	11,2*	11511,5±32,5	2,8*	3169,8±13,2	2,8*
Волат – 6	4176,7±61,7	-16,4*	5408,7±126,2	-2,8*	9585,3±184,5	-7,8*	2654,2±15,2	-3,8*
Сорт Stevens								

Контроль	2730,0±20,2		4186,0±45,9		6916,0±52,5		3367,0±26,3	
КомплеМетСо	2689,2±5,8	-1,9	4742,5±24,5	10,7*	7431,7±30,3	8,5*	3185,0±26,3	-4,9*
ЭлеГум-Компл.	2683,3±5,8	-2,2	5112,3±36,2	15,9*	7795,7±30,3	14,5*	3306,3±40,1	-1,3
Волат – 6	2811,7±23,3	2,8*	5196,3±34,4	17,6*	8008,0±52,5	14,7*	3412,5±26,3	1,2
Вариант опыта	Флавонолы		Сумма биофлавоноидов		Растворимые сахара		Сахарокислотный индекс	
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$t_{\text{критерий}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$t_{\text{критерий}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$t_{\text{критерий}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$t_{\text{критерий}}$
Сорт Ben Lear								
Контроль	1780,5±33,3		15976,5±53,3		29,7±0,3		1,9±0,1	
КомплеМетСо	1780,5±33,3	0	14384,0±42,0	-23,5*	30,3±0,3	1,4	1,8±0,1	-2,8*
ЭлеГум-Компл.	2239,0±33,3	9,7*	16920,3±92,2	8,9*	28,0±0,5	2,8*	1,7±0,1	-6,8*
Волат – 6	1352,6±47,7	-7,4*	13592,1±230,4	-10,1*	29,0±0,1	2,0	1,8±0,1	-6,1*
Сорт Stevens								
Контроль	1948,6±66,2		12231,6±35,1		23,3±0,3		1,3±0,1	
КомплеМетСо	1856,9±37,7	-2,8*	12473,6±7,2	6,7*	24,5±0,1	2,9*	1,2±0,1	-2,8*
ЭлеГум-Компл.	2422,4±40,4	6,1*	13524,4±54,9	19,8*	26,8±0,3	7,4*	1,4±0,1	5,7*
Волат – 6	2246,7±39,7	3,9*	13667,2±22,8	34,3*	27,5±0,1	12,5*	1,5±0,1	12,2*

– на 10-52% и 22-31%, на фоне преимущественного снижения содержания титруемых кислот на 8-19% и 14-24%, растворимых сахаров на 5-10% и 14-23%, а также флавонолов на 17-18% и 5-12%.

Вместе с тем в направленности изменений в содержании других групп биофлавоноидов у ранне- и позднеспелого сортов клюквы в ряде случаев были выявлены противоположные тенденции. К примеру, на фоне погодных условий 2015 г. у сорта *Ben Lear* во всех без исключения вариантах опыта наблюдалось обогащение плодов, относительно предыдущего сезона, собственно антоцианами на 19-86%. При этом у сорта *Stevens* увеличение их содержания на 6 и 26% отмечено лишь в двух вариантах опыта – с применением препаратов Волат-6 и КомплеМетСо, тогда как в контроле и в варианте с обработкой ЭлеГумКомплексом имело место либо снижение содержания данных соединений, либо отсутствие достоверных его изменений. Подобная картина наблюдалась и в характере межсезонных различий в содержании в плодах лейкоантоцианов. Так, если для раннеспелого сорта во втором сезоне во всех вариантах опыта было отмечено увеличение в них содержания последних на 11-39%, то для позднеспелого, напротив, было показано либо его снижение на 6-20% (контроль и вариант с КомплеМетСо), либо отсутствие изменений (вариант с препаратом Волат-6), и лишь в единичном случае – на фоне применения ЭлеГумКомплекса наблюдалось усиление накопления в плодах данных соединений не более чем на 9%. Разнонаправленные тенденции в изменении содержания данных групп антоциановых пигментов в плодах модельных сортов клюквы нашли свое отражение и в характере межсезонных различий их общего количества.

Что касается катехинов, то условия сезона 2015 г. способствовали активизации их накопления в плодах

позднеспелого сорта во всех вариантах полевого опыта на 8-21%, по сравнению с предыдущим сезоном, тогда как у раннеспелого сорта подобная картина наблюдалась лишь в контроле и в варианте с обработкой препаратом Волат-6. В остальных же вариантах опыта значительных изменений содержания данных соединений выявлено не было. Разумеется, выявленные сортовые различия в направленности изменений в содержании отдельных групп биофлавоноидов в плодах клюквы под влиянием погодных факторов проявились и в изменении их суммарного количества (см. табл. 5). Так, если во втором сезоне для сорта *Ben Lear* во всех вариантах опыта было показано его увеличение на 8-31%, по сравнению с предыдущим сезоном, то у сорта *Stevens* подобное увеличение имело место лишь в варианте с обработкой ЭлеГумКомплексом, тогда как в остальных случаях наблюдалось либо снижение общего выхода Р-витаминов, либо отсутствие его достоверных изменений.

Нетрудно убедиться в выраженных сортовых различиях степени восприимчивости отдельных характеристик биохимического состава плодов интродукта к воздействию погодных факторов на фоне применения регуляторов роста. С целью выявления показателей с наибольшей и наименьшей степенью данной восприимчивости для каждого из них в рамках эксперимента была определена суммарная величина достоверных межсезонных различий (2015/2014 гг.), независимо от их ориентации (см. табл. 5). Как видим, у раннеспелого сорта диапазон варьирования этой величины оказался существенно шире, чем у позднеспелого – соответственно 18,8-178,6% против 18,8-101,3%, что однозначно свидетельствовало о большей зависимости характеристик биохимического состава плодов первого из них от погодных условий вегетационного периода.

Таблица 5 Межсезонные различия характеристик биохимического состава плодов *Oxycoccus microcarpus* в вариантах полевого опыта с некорневыми обработками растений рострегулирующими препаратами (2015/2014 гг.), %

Показатель	Сорт Ben Lear					Сорт Stevens				
	Контроль	Компл-МетСо	ЭлеГум-Комплекс	Во-лат-6	Суммар-ные различия	Конт-роль	Компл-МетСо	ЭлеГум-Комп-лекс	Во-лат-6	Суммар-ные различия
Сухие вещества	+14,4	+10,7	+8,5	-	33,6	+12,5	+9,8	+11,8	+8,4	42,5
Свободные орган. кислоты	-19,3	-9,3	-10,2	-8,4	47,2	-23,7		-13,5	-18,7	55,9
Аскорбиновая кислота	+26,5	+54,8	+24,9	+49,8	156,0	+14,9	+23,2	-	-	38,1
Гидроксикоричные кислоты	+52,2	+11,1	+9,6	+30,1	103,0	+31,3	+21,8	+25,4	+22,8	101,3
Растворимые сахара		-5,3	-10,3	-9,4	25,0	-23,1	-22,2	-18,3	-14,1	77,7
Сахарокислотный индекс	+18,8				18,8		-25,0	-6,7	+7,1	38,8
Собственно антоцианы	+85,9	+25,2	+19,4	+48,1	178,6	-14,3	+26,0	-	+6,4	46,7
Лейкоантоцианы	+15,7	+10,9	+31,0	+39,1	96,7	-19,8	-5,6	+8,8	-	34,2
Сумма антоциановых пигментов	+41,3	+16,7	+26,1	+42,9	127,0	-17,7	+3,8	+4,5	-	26,0
Катехины	+6,3	-	-4,8	+31,7	42,8	+13,2	+7,7	+21,1	+13,6	55,6
Флавонолы	-16,9	-17,4	-	-16,7	51,0	-	-11,6	+20,5	-4,5	36,6
Сумма биофлавоноидов	+24,0	+7,8	+15,5	+31,4	78,7	-8,0		+10,8	-	18,8
Суммарные различия	321,3	169,2	160,3	307,6		178,5	156,7	141,4	95,6	

Примечание – Прочерк (-) означает отсутствие статистически значимых по t-критерию Стьюдента межсезонных различий при $p < 0,05$

При этом наибольшей стабильностью в двухлетнем цикле наблюдений у сорта Ben Lear характеризовались параметры накопления растворимых сахаров и показатель сахарокислотного индекса, тогда как наименьшей – содержание аскорбиновой и гидроксикоричных кислот, а также собственно антоцианов и суммарное количество антоциановых пигментов. В отличие от раннеспелого сорта, у позднеспелого наибольшую устойчивость к погодным факторам проявили суммарные параметры накопления в плодах биофлавоноидов и антоциановых пигментов, тогда как наименьшую – содержание титруемых кислот, растворимых сахаров и катехинов, а также, как и у сорта Ben Lear, – таковое гидроксикоричных кислот.

На основании сопоставления суммарных величин межсезонных различий показателей биохимического состава плодов модельных сортов клюквы крупноплодной, приведенных в табл. 5, было установлено, что у позднеспелого сорта параметры накопления большинства наиболее ценных биологически активных соединений – аскорбиновой кислоты, собственно антоцианов, лейкоантоцианов, флавонолов и биофлавоноидов в целом характеризовались в 1,4–4,9 раза

более высоким, чем у раннеспелого сорта, уровнем стабильности в двухлетнем цикле наблюдений, что указывало на их меньшую зависимость от погодных условий вегетационного периода. Вместе с тем для содержания в плодах позднеспелого сорта сухих веществ, титруемых кислот, растворимых сахаров, катехинов и показателя сахарокислотного индекса, напротив, был показан в 1,2–3,1 раза меньший, чем у раннеспелого сорта, уровень стабильности в годы наблюдений, что свидетельствовало о более выраженной их зависимости от гидротермического режима сезона. При этом лишь для содержания гидроксикоричных кислот в этом плане не было выявлено заметных сортовых различий.

Особый научный и практический интерес в данных исследованиях представляет повариантное сравнение суммарных величин межсезонных различий в биохимическом составе плодов модельных сортов клюквы крупноплодной. Как следует из табл. 5, и у раннеспелого, и у позднеспелого сорта наибольшие ее значения установлены в контрольном варианте опыта. Применение ростовых стимуляторов заметно усиливало устойчивость биохимического

состава плодов клюквы к погодным факторам, поскольку суммарные значения межсезонных различий для совокупности анализируемых показателей в вариантах с обработками уступали таковым в контроле в 1,1-2,0 раза при наибольшем снижении у сорта Ben Lear на фоне применения КомплеМетСо и ЭлеГумКомплекса, у сорта Stevens – на фоне применения препарата Волат-6. При этом во всех вариантах полевого опыта суммарная величина межсезонных различий в биохимическом составе плодов позднеспелого сорта уступала таковой раннеспелого в контроле и в вариантах с использованием препаратов КомплеМетСо, ЭлеГумКомплекс и Волат-6 соответственно в 1,8, 1,1, 1,2 и 3,2 раза.

Заключение. На основании сравнительного исследования межсезонных различий в биохимическом составе плодов раннеспелого Ben Lear и позднеспелого Stevens сортов клюквы крупноплодной на фоне применения ростовых стимуляторов Волат-6, КомплеМетСо и ЭлеГумКомплекс на выработанном участке торфяного месторождения в центральной части Беларуси в двулетнем цикле наблюдений у первого из них установлена более выраженная зависимость характеристик биохимического состава плодов от погодных условий вегетационного периода.

Наибольшей стабильностью в двулетнем цикле наблюдений у сорта Ben Lear характеризовались параметры накопления растворимых сахаров и показатель сахарокислотного индекса, тогда как наименьшей – содержание аскорбиновой и гидроксикоричных кислот, а также собственно антоцианов и суммарное количество антоциановых пигментов. В отличие от раннеспелого, у позднеспелого сорта наибольшая устойчивость к погодным факторам установлена для общего содержания в плодах биофлавоноидов и антоциановых пигментов, тогда как наименьшая – для содержания титруемых и гидроксикоричных кислот, растворимых сахаров и катехинов.

В плодах позднеспелого сорта содержание аскорбиновой кислоты, собственно антоцианов, лейкоантоцианов, флавонолов и биофлавоноидов характеризовалось в 1,4-4,9 раза меньшим, чем у раннеспелого сорта, уровнем зависимости от погодных условий вегетационного периода, при более высоком (в 1,2-3,1 раза) уровне данной зависимости для содержания сухих веществ, титруемых кислот, растворимых сахаров, катехинов и показателя сахарокислотного индекса, на фоне отсутствия сортовых различий для содержания гидроксикоричных кислот.

Применение ростовых стимуляторов в 1,1-2,0 раза усиливало устойчивость биохимического состава плодов клюквы к погодным факторам, при наибольшем эффекте у сорта Ben Lear на фоне обработок препаратами КомплеМетСо и ЭлеГумКомплекс, у сорта Stevens – препаратом Волат-6. При этом устойчивость биохимического состава плодов позднеспелого сорта превышала таковую раннеспелого в контроле и в вариантах с использованием препаратов КомплеМетСо, ЭлеГумКомплекс и Волат-6 соответственно в 1,8, 1,1, 1,2 и 3,2 раза.

Список литературы

1. Бордок И.В. Оценка некорневого питания голубики топяной (*Vaccinium uliginosum* L.) в культурфитоценозе // Сборник научных трудов Института леса НАН Беларуси. Гомель, 2006. Вып. 65. С. 269–277.
2. Бордок И.В. Эффект некорневого внесения микроэлементов в высоковозрастных посадках голубики // Регуляция роста, развития и продуктивности растений : материалы VI Междунар. науч. конф., Минск, 28-30 окт. 2009 г. / ИЭБ им. В. Ф. Купровича НАН Беларуси. Минск, 2009. С. 19.
3. Волчков В.Е. Особенности влияния некорневых подкормок на ягодную продуктивность растений семейства *Vacciniaceae* // Проблемы лесоведения и лесоводства : сб. науч. тр. Ин-т леса НАН Беларуси. Гомель, 2009. Вып. 69. С. 743–752.
4. Рупасова Ж.А. Влияние ростовых стимуляторов на развитие вегетативной сферы растений клюквы крупноплодной (*O. macrocarpus* (Ait.) Pers.) на торфяных выработках Припятского Полесья // Бюл. Гл. ботан. сада, 2016. Вып. № 1. С. 32–38.
5. Рупасова Ж.А. Влияние рострегулирующих препаратов на биохимический состав плодов клюквы крупноплодной на выработанном участке торфяного месторождения на севере Беларуси // Ботаника (исследования) : сб. науч. тр. / ИЭБ НАН Беларуси. Минск, 2015. Вып. 44. С. 315–326.
6. Методы определения сухих веществ: ГОСТ 8756.2-82. – Введен 01.01.1983. – М.: Изд-во стандартов, 1982. 5 с.
7. Методы биохимического исследования растений. Ленинград, 1987. – 430 с.
8. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. Москва: Колос, 1985. С. 110–112.
9. Swain T., Hillis W... Phenolic constituents of *Prunus Domenstica*. 1. The quantitative analysis of phenolic constituents // Journ. Sci. Food Agric., 1959, Vol. 10, № 1, P. 63.
10. Скорикова Ю.Г., Шафтан Э.А. Методика определения антоцианов в плодах и ягодах // Тр. 3 Всесоюз. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод, Свердловск, 1968. С. 451–461.
11. Методика определения антоцианов в плодах ароматной черноплодной // Фармация. 2013. № 3. С. 19–21.
12. Марсов Н.Г. Фитохимическое изучение и биологическая активность брусники, клюквы и черники : Дисс. ... канд. фармацевт. наук, Пермь, 2006. – 160 с.
13. Формирование биохимического состава брусники обыкновенной в Беларуси. Минск: Беларуская навука, 1998. 303 с.

References

1. Bordok I.V. Ocenka nekorneвого pitaniya golubiki topyanoj (*Vaccinium uliginosum* L.) v kul'turfitocenoze [Evaluation of foliar feeding of bog blueberry (*Vaccinium uliginosum* L.) in culturophytocenosis] // Sbornik nauchnyh trudov Instituta

lesa NAN Belarusi. [Proc. of Forest. In-t NAS Belarus] 2006. Iss. 65. Pp. 269–277.

2. Bordok I.V. Effekt nekorneвого vneseniya mikroelementov v vysokovozrastnyh posadkah golubiki [The effect of non-root application of trace elements in the high-growth plantings of blueberries] // Regulaciya rosta, razvitiya i produktivnosti rastenij : materialy VI Mezhdunar. nauch. konf., Minsk, 28-30 okt. 2009 g. / IEB im. V. F. Kuprevicha NAN Belarusi. Minsk, [Regulation of plant growth, development and productivity / materials of VI Intern. Sci. Conf., Minsk] 2009. P. 19.

3. Volchkov V.E. Osobennosti vliyaniya nekornevyyh podkormok na yagodnyuyu produktivnost' rastenij semejstva Vacciniaceae [Features of the influence of foliar fertilizing on the berry productivity of plants of the family Vacciniaceae] // Problemy lesovedeniya i lesovodstva sb. nauch. [Proc. of Forest. In-t NAS Belarus]. 2009. Iss. 69. Pp. 743–752.

4. Rupasova Zh.A. Vliyanie rostovyh stimulyatorov na razvitie vegetativnoj sfery rastenij klyukvy krupnoplodnoj (O. macrocarpus (Ait.) Pers.) na torfyanyh vyrabotkah Pripyatskogo Poles'ya [The Effect of Stimulant Fertilizer on the Development of the Vegetative Sphere of O. macrocarpus Ait. Pers. on Cutover Peatlands of Pripyat Polesie] // Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada [Bul. Main Botan. Garden], 2016. Iss. 202, № 1. Pp. 32–38.

5. Rupasova Zh.A. Vliyanie rostreguliruyushchih preparatov na biohimicheskiy sostav plodov klyukvy krupnoplodnoj na vyrabotannom uchastke torfyanogo mestorozhdeniya na severe Belarusi [Effect of rostregulating preparations on the biochemical composition of fruits of large cranberries on the cutover peatlands in the north of Belarus] // Botanika (issledovaniya): Sb. nauch. tr. IEB NAN Belarusi. Minsk, [Botany

(research): Coll. of Sci. Papers In-t of Experimental Botany NAS, Belarus. Minsk] 2015. Iss. 44. Pp 315–326.

6. Metody opredeleniya suhih veshchestv [Methods for determination of solids] : GOST 8756.2-82. Vveden 01.01.1983. Moskva.: Izd-vo standartov, 1982. [Moscow Publishing House Standartinform]. 5 p.

7. Metodi biohimicheskogo issledovaniya rastenii [Methods of biochemical research of plants] Leningrad, 1987. 430 p.

8. Pleshkov B.P. Praktikum po biohimii rastenij [Laboratory course on Plant Biochemistry] Moskva: Kolos, 1985. [Moscow : Publishing House Kolos, 1985]. P. 110–112.

9. Swain T., Hillis W. The phenolic constituents of Prunus domestica. 1. The quantitative analysis of phenolic constituents. // Journ. Sci. Food Agric. 1959. Vol. 10: Pp. 63–68.

10. Skorikova J. G. Metodika opredeleniya antocianov v plodah i yagodah [Technique of anthocyanins definition in fruits and berries] // Tr. 3 Vsesoyuz. seminar po biologicheski aktivnym (lechebnym) veshchestvam plodov i yagod. Sverdlovsk, [Proc. of 3 All-Union. seminar on biologically active (medical) substances of fruits and berries. Sverdlovsk] 1968. Pp. 451–461.

11. Metodika opredeleniya antocianov v plodah aronii chernoplodnoj // Farmaciya. 2013. № 3. Pp. 19–21.

12. Marsov N. G. Fitohimicheskoe izuchenie i biologicheskaya aktivnost' brusniki, klyukvy i cherniki [Phytochemical study and biological activity of cowberries, cranberries and blueberries] // Diss. kand. farmacevt. nauk. [Cand. Diss. of Pharm Sci.] 2006. 24...p

13. Formirovanie biohimicheskogo sostava brusniki obyknovnoy v Belarusi [Formation of the biochemical composition of cowberry in Belarus] Minsk: Belaruskaya navuka, 1998. [Minsk : Publishing House "Belarusian Science", 1998]. 303 p.

Информация об авторах

Рупасова Жанна Александровна, член-корр. НАН Беларуси, д-р биол. наук, проф., зав. лаб.

E-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

Яковлев Александр Павлович, канд. биол. наук, зав. лаб.

Василевская Тамара Ивановна, канд. биол. наук, ст. н. с.

Криницкая Наталья Болеславовна, н. с.

Белый Павел Николаевич, канд. биол. наук, ст. н. с.

Николайчук Алла Михайловна, канд. биол. наук, ст. н. с.

Жданец Светлана Федосовна, м. н. с.

Козырь Ольга Семеновна, м. н. с.

Государственное научное учреждение Центральный ботанический сад НАН Беларуси, 220012. Республика Беларусь, Минск, ул. Сурганова, 2В.

Лисхтван Иван Иванович, академик НАН Беларуси, д-р техн. наук, проф., гл. н. с.

Государственное научное учреждение «Институт природопользования НАН Беларуси»

220114. Республика Беларусь, Минск, ул. Ф. Скорины, 10

Information about the author

Rupasova Zhanna Aleksandrovna, Dr. Sci. Biol., Prof., Head of Department

E-mail: J.Rupasova@cbg.org.by

Yakovlev Aleksandr Pavlovich, Cand. Sci. Biol., Head of Department

Vasilevskaya Tamara Ivanovna, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

Krinitckaya Natalia Boleslavovna, Researcher

Belyj Pavel Nikolaevich, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

Nikolaichuk Alla Mikhailovna, Cand. Sci. Biol., Senior Researcher

Zhdanets Svetlana Fedosovna, Junior Researcher

Kozyr Olga Semenovna, Junior Researcher

State Institution for Science Central Botanical Garden NAS of Belarus Republic

220012. Belarus Republic, Minsk, Surganova Str., 2V.

Lishtvan Ivan Ivanovich, akademichan of NAS Belarus Republic, Dr. Tekchn. Sci., Main Researcher

State Institution for Science Institution of NAS of Belarus Republic

220114. Belarus Republic, Minsk, F.Skorini Str., 10

Р.А. Бадритдинов

канд. биол. наук, н.с.

E-mail: ravidbadri@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск

Содержание микроэлементов в надземной части *Festuca arundinacea* Shreb.(Poaceae) в связи с условиями выращивания

Изучено содержание Cu, Fe, Mn, Zn, Sr, Ni, Rb, Co, Cd и Pb в надземной части овсяницы тростниковой (*Festuca arundinacea*) 3, 5 и 6-го годов жизни в фазы колошения, цветения и плодоношения, при выращивании в Центральном сибирском ботаническом саду (г. Новосибирск).

Содержание Cu, Fe, Zn, Mn и Rb в фазу колошения, независимо от возраста растений, в среднем, в 1,4 и 1,7 раза выше, чем в фазы цветения и плодоношения. Определены 3 группы элементов по величине коэффициента биологического поглощения: 1) среднее поглощение: 0,3 – 3,0 (Rb); 2) слабое: 0,03 – 0,3 (Cu, Zn, Mn, Sr, Ni); 3) весьма слабое: <0,03 (Fe). Установлено, что уровень накопления элементов у растений в 90% случаев обусловлен природными и в 10% - техногенными факторами.

Ключевые слова: *Festuca arundinacea*, микроэлементы, коэффициент биологического поглощения.

R.A. Badritdinov

Cand. Sci. Biol., Researcher

E-mail: ravidbadri@mail.ru

Federal State Budgetary Institution for Science

Central Siberian Botanical Garden SB RAS,

Novosibirsk

The content of microelements in the above-ground part of *Festuca arundinacea* (Poaceae) in connection with the growing conditions

Studied the content of Cu, Fe, Mn, Zn, Sr, Ni, Rb, Co, Cd and Pb in the aboveground portion of tall fescue (*Festuca arundinacea* Shreb.) 3, 5, and 6th years of life in the phase of earing, flowering and fruiting when grown in the Central Siberian Botanical garden (Novosibirsk). Concentrations of elements vary from "lower" (Cu, Zn) and "high" (Mn, Fe, Rb) norms, to the large (Sr) and anomalous (Ni) levels. The contents of Cu, Fe, Zn, Mn and Rb in the earing phase, regardless of plant age, on average, 1.4 and 1.7 times higher in comparison, respectively, with the phases of flowering and fruiting. Revealed selectivity of uptake of metals from the substrate. Defined 3 groups of elements on the value of the coefficient of biological absorption: 1) average absorption: 0,3 – 3,0 (Rb); 2) weak: 0,03 – 0,3 (Cu, Zn, Mn, Sr, Ni); 3) very weak: <0,03 (Fe). It is established that the level for 90% of the studied elements in plants caused by natural and 10% man-made factors.

Key words: *Festuca arundinacea*, trace elements, the content, the above-ground part of plants, the coefficient of biological absorption.

Введение

Микроэлементы представляют собой группу незаменимых минеральных элементов, участвующих практически во всех процессах жизнедеятельности растительного организма, и их дефицит вызывает различные отклонения в развитии растений [1].

Актуальность изучения содержания микроэлементов в надземной части гексаплоидной *F. arundinacea* вызвана прежде всего необходимостью увеличить разнообразие используемых кормовых злаков в Западной Сибири, а также, определить возможность её выращивания для ре-

культивации техногенных ландшафтов и восстановления почвенного покрова.

Овсяница тростниковая (*Festuca arundinacea* = *Schedonorus arundinaceus*), является ценным кормовым, почвозащитным и декоративным растением [2]. Это дерновинный или короткокорневищный злак (120-130 см. выс.), с густой розеткой прикорневых листьев, раскидистыми метёлками (10-30 см. дл.) и мощной мочковатой корневой системой, достигающей 180-200 см. Овсяница тростниковая формирует устойчивую, сохраняющуюся при вытаптывании дернину, и её корневая система улучшает структуру почвы [3].

Ареал вида – европейско-западноазиатский [4]. В природе вид встречается в Скандинавии, Средней и Атлантической Европе, Средиземноморье, Малой Азии, Иране, Джунгарии, на Кавказе, в европейской части России, Южном Урале, во внетропических странах и Северной Америке как заносное [5]. В Западной Сибири встречается в Курганской и Омской областях [6].

За пределами ареала, вид выращивается в таёжной зоне на севере Томской области, как кормовое растение [7]. Есть сведения о перспективности использования вида для рекультивации на вскрышных породных отвалах Кузнецкой котловины [8]. Установлено, что расширение ареала *F. arundinacea* в Западной Сибири возможно при её семенном воспроизводстве [9]. На гидроотвалах в окрестностях г. Ленинск-Кузнецкий (Кемеровская область), сформированы искусственные моно- и поливидовые агрофитоценозы на основе *F. arundinacea* [10].

Несмотря на большую практическую ценность этого вида, сведения о содержании микроэлементов крайне недостаточны, и известны в основном для условий европейских регионов [11, 12].

Изучение содержания микроэлементов в надземной части растений, представляет значительный интерес для оценки адаптивного потенциала популяций вида к условиям нового района выращивания.

Цель настоящей работы — изучить содержание микроэлементов в надземной части *Festuca arundinacea* при выращивании в почвенно-климатических условиях лесостепной зоны Западной Сибири, вне пределов ареала вида.

Задачи: выявить особенности накопления элементов в различные фазы вегетации у растений разных лет жизни и определить возможность хозяйственного использования растений.

Материалы и методы

Место и условия выращивания популяций. Исследование проводилось в Центральном сибирском ботаническом саду (ЦСБС СО РАН, г. Новосибирск), в лесостепной зоне на юго-востоке Западно-Сибирской низменности.

Почвы экспериментального участка — серые лесные, мало и среднегумусные, в основном слабо- и среднеподзоленные, легкосуглинистого механического состава, с периодически промывным водным режимом, автоморфные.

Пробы у растений 3, 5 и 6 годов жизни отбирали стандартными методами [13] в 1988 г. с 5-ти учётных площадок (1х1 м каждая). Надземную часть растений срезали в фазы: массового колошения, массового цветения и в конце фазы плодоношения. Проявление и изменение морфологических признаков у растений изучали методом визуальной диагностики согласно указаниям [14, 15]. Удобрения и компосты в почвы участков не вносились. Полив на экспериментальных участках не производится. Образцы взвешивали и высушивали в тканевых мешках в проветриваемых помещениях (сушилки для растений) под навесом до

воздушно-сухого состояния. Содержание элементов определяли методом атомно - абсорбционной спектроскопии, в химической лаборатории проектно - изыскательной станции СО РАСХН (г. Новосибирск). Коэффициент биологического поглощения (КБП) определяли как соотношение между содержанием элемента в надземной части растений и в почве [16]. Соотношение концентраций микроэлементов пахотного слоя (горизонт 0 – 20 см) и почвообразующей породы определено по литературным данным [17, 18]. Объём изученных выборок в 9 – 15 кратной повторности. Статистическая обработка и проверка степени достоверности полученных данных выполнены с использованием пакета Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Содержание микроэлементов. В надземной части *F. arundinacea* 3, 5 и 6 годов жизни из 10 изученных микроэлементов обнаружено 7 элементов (рисунок).

Железо. Наибольшее содержание железа наблюдалось у растений в фазе колошения – 102,5 мг/кг возд. - сух. массы, превысившее таковое в фазы цветения и плодоношения соответственно в 1,5 и 1,7 раза (рисунок). Величина размаха варьирования концентраций элемента в фазу плодоношения составила – 6,7 и превысила таковые при колошении и цветении соответственно в 2,9 и 1,4 раза.

Сравнение содержания Fe по возрастам показало, что его уровень у 3 и 6-летних растений достоверно выше, чем у 5-летних в фазы колошения, цветения и плодоношения. У 6-летних растений при цветении и плодоношении уровень элемента достоверно выше, в сравнении с 3-летними. У 3 и 5-летних растений содержание Fe достоверно снижается в фазы цветения и плодоношения, в сравнении с таковым при цветении при $P_1 = 0,95\%$. Увеличение концентраций элемента у 3 и 5-летних растений в конце фазы плодоношения, в сравнении с таковым при цветении обусловлено, вероятно, началом постгенеративного кущения и увеличением его поступления в растущие листья, в которых «около 80% Fe локализуется в хлоропластах» [19]. В сравнении соответственно с 5 и 3-летними растениями, 6-летние растения, в среднем, поглощают Fe в 2 и 1.3 раза больше.

Содержание элемента в фитомассе от 32,9 – 118,6 мг/кг возд.- сух. массы. Показатель варьирования уровня элемента в пробах в пределах «верхней» нормы – 38,9 %.

У злаков культурных ценозов содержание железа находится в диапазоне от 33 до 183 мг/кг сух. в – ва [20]. В злаковой растительности лугов Забайкалья в Восточной Сибири в пределах 56–195 мг/кг сух. массы [21]. Уровень общего железа в листьях колеблется в зависимости от вида растений в диапазоне 15 – 150 мг/кг сух. массы [22]. Таким образом, полученные нами данные близки к среднему фоновому значению элемента.

Марганец. Максимальная концентрация Mn – 51,5 мг/кг сух. массы, наблюдалась в фазу колошения растений. В фазы цветения и плодоношения содержание элемента уменьшалось соответственно в 1,3 и 1,6 раза. Однако

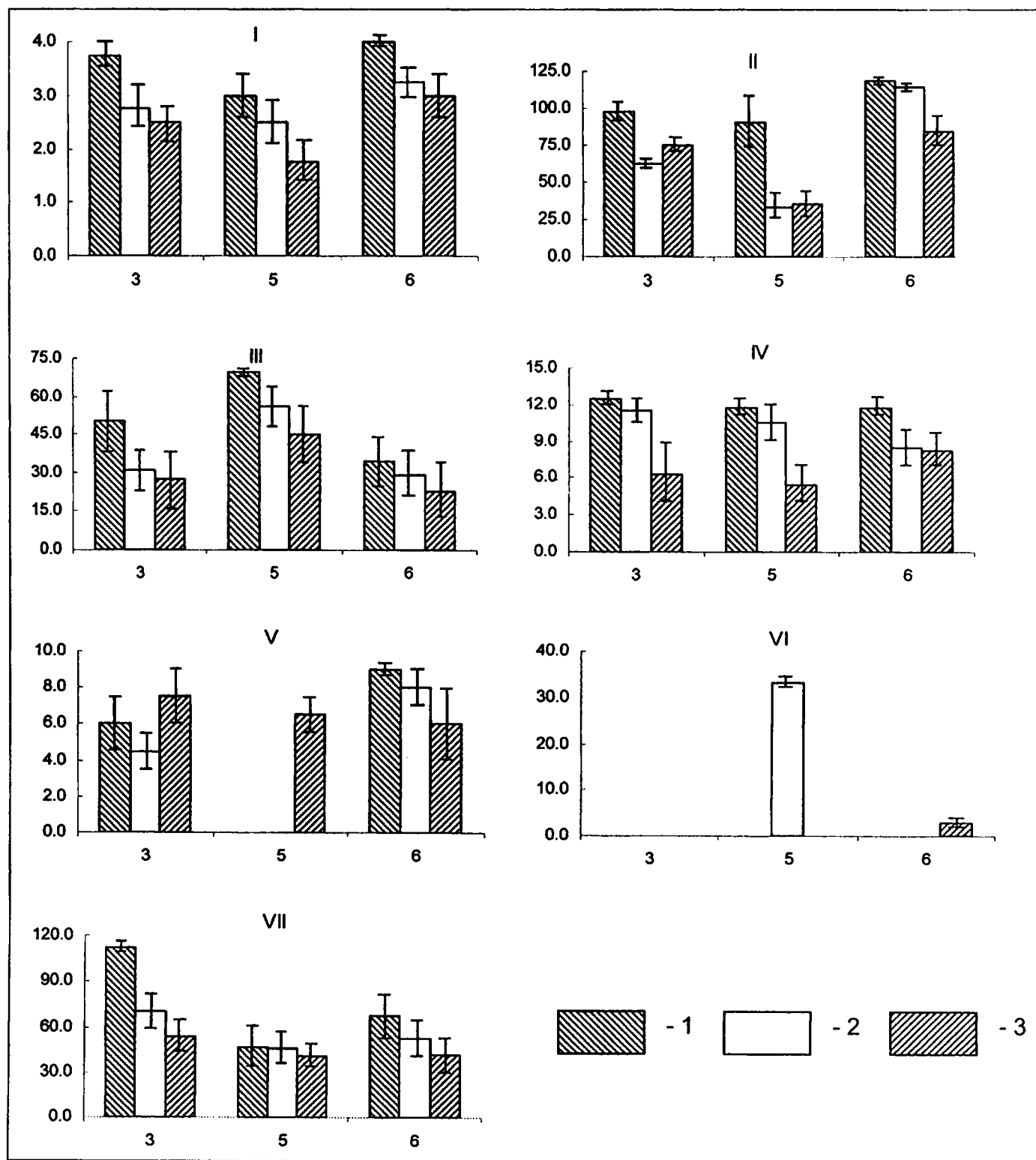


Рис. Содержание микроэлементов в надземной части *Festuca arundinacea* по фазам вегетации растений при выращивании в г. Новосибирске (ЦСБС СО РАН).

I — медь, II — железо, III — марганец, IV — цинк, V — стронций, VI — никель, VII — рубидий. Фенофазы: 1 — колошение, 2 — цветение, 3 — плодоношение.

По оси ординат — содержание элемента (мг/кг сухой массы); по оси абсцисс — 3, 5 и 6 годы жизни растений, лет.

различия уровней элемента по фазам вегетации не достоверны, и по фенофазам варьировали в пределах – 12,2% (колошение), 18,1% (цветение) и 20,1% (плодоношение).

Сравнение концентраций по возрастам показало, что у 5 – летних растений средний уровень элемента составил – 56,9 мг/кг возд. - сух. массы, что в 2 и 1,6 раза выше, чем у 6 и 3-летних растений.

Содержание элемента в пробах в пределах от 22,8 до 69,5 мг/кг сух. массы. Коэффициент варьирования концентраций – 38,3%.

В травах уровень элемента колеблется от 17 до 334 мг/кг сух. массы [21]. Критическая минимальная концентрация Mn в зрелых листьях растений от 10 до 20 мг/кг., максимум 200 – 5300 мг/кг сух. массы [23].

Цинк. Среднее содержание Zn в фазу колошения составило – 12,0 мг/кг возд. - сух. массы. В фазы цветения и плодоношения уровень элемента уменьшался соответственно в 1,2 и 1,8 раза, в сравнении с таковым при колошении. Концентрация Zn варьировала в пределах «нижней» нормы: 11,7% (колошение), 12,3% (цветение), 18% (плодоношение). Различия в содержании цинка по фазам вегетации не достоверны (при $P_1 = 0,95\%$).

Средний уровень элемента у 3-летних растений составил – 10,1 мг/кг возд. - сух. массы и превысил в 1,1 раза таковые у 5 и 6-летних. Различия концентраций элемента при сравнении по возрастам растений не достоверны.

Содержание элемента в пробах колебалось от 5,5 до 12,5 мг/кг. Показатель размаха варьирования уровней Zn составил – 26,9%.

Концентрация цинка в растениях обычно колеблется в диапазоне 1 – 80 мг/кг сух. массы [24].

Медь. Содержание меди в фазу колошения растений составило – 3,6 мг/кг сух. массы. В фазу цветения и плодоношения концентрация элемента снижается соответственно в 1,3 и 1,5 раза. Сравнение средних величин содержания Cu по фенофазам показало недостоверность различий (при $P_1 = 0,95\%$). Варьирование величины среднего содержания элемента по фазам вегетации в пределах «нижней» нормы и составило при колошении – 6,3; цветении – 8,8 и плодоношении – 11,5%. Сравнение средних показателей концентраций Cu по возрастам растений показало недостоверность различий (при $P_1 = 0,95\%$). Концентрация меди в пробах в пределах от 1,8 – 4,0 мг/кг возд. - сух. массы. Варьирование содержания Cu в пределах «нижней» нормы – 23,2%.

При недостатке элемента снижается активность ферментов, содержащих в своём составе медь. Например, уменьшение активности полифенолоксидазы влечёт нарушения в цветении растений, формировании пыльца и вызывает стерильность [25, 26]. Достаточная для нормального роста концентрация элемента в кормовых злаках от 1 до 20 мг/кг [27].

Признаки острой нехватки меди – «побеление кончиков листьев и не развивающееся соцветие» [1], у растений разного возраста не отмечены.

Стронций. В фазу плодоношения средний уровень элемента составил 6,7 мг/кг возд. - сух. массы, и превысил

таковые в фазы колошения и цветения соответственно в 1,3 и 1,6 раза. Содержание Sr варьировало по фазам вегетации – 7,9% (колошение), 8,0% (цветение) и 12,7% (плодоношение). Различия концентраций элемента в зависимости от фенофазы недостоверны.

Максимальное значение среднего содержания элемента выявлено у 6-летних растений – 7,7 мг/кг сух. в-ва, что в 1,3 раза больше, чем у 3-летних. Уровень Sr у 3-летних растений при плодоношении выше такового соответственно в 1,3 и 1,2 раза, в сравнении с 6 и 5-летними. Содержание элемента по фазам вегетации у 3-летних растений достоверно не различается. У 5 – летних Sr выявлен лишь при плодоношении. У 6-летних растений различия уровней в фазы колошения и плодоношения достоверны. Средний уровень элемента в пробах зафиксирован в диапазоне от 0–9,0 мг/кг возд. - сух. массы. Варьирование концентраций Sr в надземной части растений составило 61,9%.

Содержание Sr у злаков колеблется в диапазоне от 6 до 37 мг/кг возд. - сух. массы [28, 29]. Сравнение данных показывает, что среднее содержание стронция у *F. arundinacea* в 4,1 раза ниже такового для злаков – 21,5 мг/кг сух. массы.

Никель. У 3 – летних растений Ni не выявлен в течение вегетационного периода. У 5- и 6-летних растений элемент выявлен соответственно в фазы цветения и плодоношения. По фазам вегетации варьирование уровней металла небольшое и составило – 4 (цветение) и 5,1% (плодоношение). У 6-летних растений содержание элемента составило 3,0 мг/кг возд. - сух. массы. Диапазон концентрации никеля в пробах от 0 до 33,5 мг/кг возд. - сух. массы.

В вегетативных органах растений концентрация никеля зафиксирована в диапазоне от 1 до 10 мг/кг сухой массы [25]. Допустимые пределы концентраций элемента у кормовых растений варьируют в диапазоне от 0,1 до 1,0 мг/кг сух. массы, и симптомы токсичности Ni для чувствительных и умеренно устойчивых видов растений составляют соответственно > 10 и > 50 мг/кг сух. массы [30].

Рубидий. Среднее содержание Rb в фазу колошения составило 75,5 мг/кг возд. - сух. массы. Уровень элемента по фенофазам варьировал в пределах «нижней» нормы и составил: 10,1 (колошение), 14,8 (цветение) и 15,34% (плодоношение). Концентрация Rb в фазу колошения превышает таковые при цветении и плодоношении соответственно в 1,3 и 1,7 раза.

У 5- и 6-летних растений содержание Rb по фенофазам достоверно не различается. У 3-летних растений уровень элемента, в среднем, составил 78,9 мг/кг, превысив таковые в сравнении с 5- и 6-летними соответственно в 1,8 и 1,5 раза. У 3-летних растений выявлено достоверное (при $P_1 = 0,95\%$) снижение элемента в фазы цветения и плодоношения, в сравнении с уровнем при колошении.

Диапазон варьирования концентраций Rb в пробах от 41,0 до 112,5 мг/кг возд. сух. массы. Показатель варьирования уровней составил – 38,3%.

В надземной части кормовых трав содержание рубидия в среднем составляет 130 мг/кг сух. массы [31, 32]. В соединениях, рубидий может отчасти заменять калий

калия при дефиците такового, и может стимулировать рост растений. Однако, рубидий не может заменить К в процессах метаболизма. Вследствие этого, высокие концентрации элемента являются токсичными для растений [28]. По нашим данным, содержание Rb у *F. arundinacea* в пределах фоновых уровней, но, в среднем, в 2,2 раза ниже такового для кормовых трав.

Среднее содержание изученных микроэлементов представлено в табл. 1. Сравнение концентраций элементов при выращивании *F. arundinacea* репродукции ЦСБС в Кемеровской области, показало различия по их уровню у растений. Как видно в таблице, при выращивании в ЦСБС уровни стронция в 5, меди и рубидия соответственно в 1,7 и 14,5 раза больше, чем в растениях с отвалов. При этом, содержание железа в 2, марганца в 1,5 и цинка в 1,3 раза меньше. В растениях с отвалов не выявлен стронций. В пробах из ЦСБС не выявлены кобальт, свинец и кадмий.

Таким образом, ряд убывания элементов по их среднему содержанию в надземной части овсяницы тростниковой: Fe > Rb > Mn > Zn > Sr > Ni > Cu > Cd = Pb = Co. У растений 3, 5 и 6 годов жизни, концентрации Cu, Fe, Zn, Mn и Rb в фазу колошения выше, в сравнении с таковыми при цветении и плодоношении соответственно в 1,2 – 1,5 и 1,5 – 1,8 раз, независимо от возраста растений.

Микроэлементы в системе: почвообразующая порода → почва → надземная часть растений. Одним из основных факторов, определяющих содержание элементов в растениях, является их содержание в почве [25]. Величины соотношения концентраций металлов, показывающие степень выщелоченности элементов из поверхностного слоя почв ($A_{l(max)}/C$) и коэффициенты их биологического поглощения (КБП) приведены в таблице 2.

Полученные данные показывают, что уровень Cu в почвообразующей породе превышает таковой в пахотном слое почвы в 2 раза. Величина КБП элемента составила – 0,2.

Содержание Fe в пахотном горизонте почв ниже, чем в породе в 1,1 раза. Величина КБП элемента, в сравнении с таковым для Cu в 67 раз ниже. При этом, средний уровень

Fe в фитомассе превышает таковой Cu в 27 раз. Это обусловлено, очевидно, большей вовлечённостью Fe в метаболические процессы, чем Cu.

Величина соотношения $A_{l(max)}/C > 1$ показывает обогащённость пахотного горизонта почв Mn, в сравнении с почвообразующей породой. Соотношение Fe/Mn в почвообразующей породе и серой лесной почве ЦСБС СО РАН составляет соответственно 41,9 и 22,8. Обогащённость почвы Mn возрастает почти в 2 раза, в сравнении с Fe. При этом величина КБП для Mn выше, чем таковая для Fe в 10 раз. В надземной же части растений средний уровень Mn ниже такового для Fe почти в 2 раза. В фазу колошения растений величина соотношения элементов (Fe/Mn) составила: 1,9 (3-летние), 1,3 (5-летние) и 3,4 (6-летние). У 3-летних растений показатель соотношения Fe/Mn наиболее близок к норме – «1,5 – 2,5» [28]. У 5-летних растений эта величина, в среднем, в 2 раза ниже нормы, а у 6-летних на таковое выше. Таким образом, оптимальный баланс элемента сохраняется лишь у 3-летних растений.

В пахотном горизонте почв уровень Zn в сравнении с породой уменьшается в 1,5 раза ($A_{l(max)}/C < 1$). Показатель КБП элемента в 67 и 7 раз выше таковых соответственно для Fe и Mn. Таким образом, несмотря на низкое содержание цинка у растений, уровень его доступных форм в почве выше, чем таковые Mn и Fe.

Концентрация Sr в пахотном горизонте почв уменьшается в 2,9 раза, в сравнении с таковой в почвообразующей породе. Показатель КБП элемента у *F. arundinacea* – 0,03.

В пахотном слое почв уровень Ni уменьшается в 1,4 раза, в сравнении с таковым в породе ($A_{l(max)}/C < 1$). Величина КБП элемента составила – 0,2.

Исходя из величины КБП рубидий легко поглощается растениями из почвы, вероятно, вследствие одновременного поступления с доступными формами калия. Сравнение данных показывает, что КБП для Rb в 333 раза выше, чем у Fe – ведущего элемента по среднему содержанию у растений.

Концентрация Co в корнесобитаемом слое почв выше в сравнении с породой, в среднем, в 18 раз. При избыточном

Таблица 1. Содержание микроэлементов в надземной части *Festuca arundinacea*, при выращивании в различных почвенно-климатических условиях Западной Сибири

Регион	Содержание элементов, мг/кг возд. - сух. массы									
	Cu	Fe	Mn	Zn	Sr	Ni	Rb	Co	Pb	Cd
Новосибирск, ЦСБС	2,9	79,2	40,7	9,6	5,3	5,5	59	н.о*	н.о*	н.о*
Кемеровская обл., отвалы Кузнецкой котловины**	1,7	167,5	62,5	12,3	0	6,0	4,2	0,09	0,86	0,05

Примечание: н.о* – концентрация элемента ниже предела обнаружения; ** – по данным Н. В. Доронькиной (1999).

Таблица 2. Соотношение концентраций микроэлементов пахотного горизонта и почвообразующей породы серых лесных почв и коэффициенты их биологического поглощения у *Festuca arundinacea* (ЦСБС, г. Новосибирск)

Элементы	Cu	Fe	Mn	Zn	Sr	Ni	Rb	Co	Pb	Cd
$A_{I(nak)}/C$	0,5	0,9	1,7	0,7	0,4	0,7	–	17,8	0,4	–
КБП	0,2	0,003	0,03	0,2	0,03	0,2	1,0	0	0	0

Примечание. Прочерк означает, что нет данных.

содержании кобальта в пахотном горизонте почв, в пробах элемент не обнаружен.

Содержание Pb в пахотном горизонте почв в 2,3 раза ниже такового в почвообразующей породе. Элемент в надземной части растений не выявлен.

Таким образом, по показателям соотношения содержания металлов в почве и породе можно выделить 2 группы элементов: 1) Co, Mn (>1) – уровень элементов в пахотном горизонте выше, чем в почвообразующей породе, и 2) Fe, Sr, Zn, Ni, Cu, Pb (<1) – содержание металлов в горизонте $A_{I(nak)}$ ниже, в сравнении с таковыми в породе.

По величине коэффициента биологического поглощения элементов установлен ряд убывания: $Rb > Zn = Cu = Ni > Mn = Sr > Fe > Pb = Co = Cd$, свидетельствующий о значительных различиях в доступности их растениям. Выделяются 3 группы элементов: 1) Rb – среднего поглощения (КБП = 0,3 – 3,0); 2) Cu, Zn, Mn, Sr, Ni – слабого поглощения (КБП = 0,03 – 0,3) и 3) Fe – весьма слабого поглощения (КБП $< 0,03$).

Ряды убывания элементов по их среднему содержанию у растений, и по величине коэффициента биологического поглощения показали, что при различной пестроте распределения металлов в субстрате их поглощение избирательно. Уровни содержания микроэлементов у растений при выращивании в ЦСБС СО РАН определяются природным содержанием доступных форм элементов в субстрате, и техногенными факторами – загрязнением среды выращивания растений выбросами промышленных предприятий и автотранспорта.

Выводы

Изучение содержания микроэлементов в надземной части *Festuca arundinacea* 3, 5 и 6 годов жизни, выращиваемой в лесостепной зоне Западной Сибири (ЦСБС СО РАН, г. Новосибирск) показало:

1) Содержание Cu, Fe, Zn, Mn и Rb в фазу колошения, независимо от возраста растений, в среднем, в 1,4 и 1,7 раза выше, в сравнении, соответственно с фазами цветения и плодоношения.

2) Выявлен недостаток Zn, а также, наиболее высокая мозаичность распределения доступных форм Ni и Sr.

3) Содержание Co, Cd и Pb, ниже предела обнаружения использованного метода.

4) Определены 3 группы элементов по величине коэффициента биологического поглощения: 1) среднего

поглощения: 0,3 – 3,0 (Rb); 2) слабого поглощения: 0,03 – 0,3 (Cu, Zn, Mn, Sr, Ni); 3) Fe – весьма слабого поглощения: $< 0,03$ (Fe).

5) Установлено, что условия выращивания овсяницы тростниковой в ЦСБС экологически относительно благоприятны и надземная часть растений может быть использована на корм, а также, для оценки состояния среды. При техногенном загрязнении среды возможно избыточное накопление Ni.

Благодарность

Автор выражает благодарность к. б. н., ст. н. с. Е.А. Храмовой (ЦСБС СО РАН) за конструктивное обсуждение рукописи и полезные советы.

Список литературы

1. Медведев С.С. Физиология растений. СПб.: БХВ – Петербург, 2013. с. 512.
2. Кириллов Ю.И. Овсяница тростниковая (*Festuca arundinacea* Schreb.) // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. 1974. Т. 52, Вып. 2. С. 146 – 167.
3. Пленник Р.Я., Рябой Ю.С., Кузнецова Г.В., Мерзликин В.С. Многолетние кормовые травы – интродуценты природной флоры в освоении нарушенных земель // Сенокосы и пастбища Сибири. Новосибирск: Наука, 1989. С. 161 – 165.
4. Meusel H., Jäger E., Weinert E. Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1965. 583 p.
5. Цвелёв Н.Н. Злаки СССР. Л.: Наука, 1976. 789 с.
6. Флора Сибири: *Poaceae* (Gramineae). Новосибирск: Наука, 1990. Т. 2. 361 с.
7. Соснин Б.П. Овсяница тростниковидная — новая ценная кормовая культура для Томской области // Сиб. вестн. сельскохозяйств. науки. 1982. № 5. С. 56 – 59.
8. Доронькина Н.В. Структурные особенности агрофитоценозов с *Festuca arundinacea* Schreb. на вскрышных породных отвалах в лесостепной зоне Кузнецкой котловины // Раст. ресурсы. 1999. Т. 35, Вып. 4. С. 1–12.
9. Бадритдинов Р.А. Репродуктивная стратегия *Festuca arundinacea* (Poaceae) // Ботан. журн. 2005. Т. 90, № 3. С. 386 – 400.
10. Ламанова Т.Г., Шеремет Н.В. Структурно-динамическая организация бобово-злакового

агрофитоценоза на гидроотвале в степной зоне Кузнецкой котловины // Биол. рекультивация и мониторинг нарушенных земель. Матер. Междунар. научн. конф. Екатеринбург: Изд – во Урал. ун-та, 2007. С. 418 – 427.

11. Gaborcik N., Gaborcik S. Porovnanie vybranych ukazovatelov kostravy trstovitej a kostravy lucnej II Obsah makroelementov, microelementov a aminokyselin // Polnohospodarstvo. 1983. Vol. 29, №8. С. 673 – 683.

12. Марьина О.И. Минеральный состав кормовых злаковых трав в условиях Нечернозёмной зоны РСФСР // Сб. научн. тр. по прикл. ботан., генетике и селекции. Л., 1986. Т. 107. С. 86 – 91.

13. Методы биохимического исследования растений. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.

14. Церлинг В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур: Справочник. М.: Агропромиздат, 1990. 235 с.

15. Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агрохимия. М.: Колос, 2002. 584 с.

16. Ковалевский А.Л. О биогеохимических параметрах растений и некоторых особенностях изучения их // Биогеохимия растений. Тр. Бурятского ин - та естеств. наук. Улан-Удэ. 1969. Вып. 2. С. 195–214.

17. Ильин В.Б., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжёлые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. Новосибирск: Изд – во СО РАН, 2001. 229 с.

18. Храмова Е.П., Куценогий К.П., Чанкина О.В. Макро- и микроэлементный состав *Pentaphylloides fruticosa* (Rosaceae) в условиях техногенного загрязнения в г. Новосибирске // Раст. ресурсы. 2007. Т. 43, Вып. 1. С. 102 – 111.

19. Brecht E. Die Aufnahme von Eisen und seine Funktion im Chloroplasten höherer Pflanzen // Biol. Rundsch. 1990. Bd. 28. Pp. 73 – 82.

20. Кашин В.К., Иванов Г.М. Железо в растениях Забайкалья // Агрохимия. 2007. № 12. С. 36 – 43.

21. Битюцкий Н.П. Микроэлементы высших растений. СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2011. 368 с.

22. Pestana M., Faria E.A., de Varennes A. Lime – induced iron chlorosis in fruit trees // Production practices and quality assessment of food crops. Dordrecht: Kluwer Acad. Publ., 2004. Vol. 2. Pp. 171 – 215.

23. Marschner H. Mineral nutrition of higher plants. London: Acad. Press, 1997. 889 p.

24. Chaney R. L. Zinc phytotoxicity // Zinc in soil and plants / Ed. A. D. Robson Dordrecht: Kluwer Acad. Publ., 1993. Pp. 135 – 150.

25. Битюцкий Н.П. Минеральное питание растений. СПб.: Изд-во СПб. ун – та, 2014. 540 с.

26. Dell B. Male sterility and outer wall structure in copper – deficient plants // Ann. Bot. 1981. Vol. 48. Pp. 599–608.

27. Gupta U.C., Gupta S.C. Future trends and requirements in micronutrient research Comm. // Soil Sci. Plant Analysis. 2005. Vol. 36. Pp. 33 – 45.

28. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.

29. Школьник М.Я. Микроэлементы в жизни растений. Л.: Наука, 1974. 321 с.

30. Shacklette H.T., Erdman J.A., Harms T.F. Trace elements in plant foodstuffs. In: Toxicity of Heavy Metals in the Environments. Part I. New York: Marcel Dekker Inc., 1978. Pp. 25 – 42.

31. El – Sheik A.M., Ulrich A. Interaction of rubidium, sodium and potassium on the nutrition of sugar beet plants // Plant physiol. 1970.V. 46. Pp. 645 – 649.

32. Nyholm N.E., Tyler G. Rubidium content of plants, fungi and animals closely reflects potassium and acidity conditions of forest soils// Forest Ecology and Management. 2000. Vol. 134, Is. 1 - 3. Pp. 89 – 96.

References

1. Medvedev S.S. Phiziologija rastenij [Plant Physiology]. Sankt-Pb.: BHV [St. Petersburg: Publishing House: «BXV»], 2013. 512 p.

2. Kirillov Y.I. Ovsjanitzja trostnikovaja (*Festuca arundinacea* Schreb.) [Tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.)] // Tr. po prikladnoj botanike, genetike e selekcii [Pr. of applied botany, genetics and breeding], 1974. Vol. 52, Is. 2. Pp. 146–167.

3. Plennik R.J., Rjaboy Y.C., Kuznetsova G.V, Merzlikin V.S. Mnogolitnie kormovie travi – introduce prirodnj flori v osvoenii narushennih zemel [Perennial forage grasses - introduced plants of the natural flora in the development of disturbed lands] // Senokose i pastbisha Sibiri [Hayfields and pastures in Siberia]. Novosibirsk: Nauka, 1989. Pp. 161 – 165.

4. Meusel H., Jäger E., Weinert E. Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1965. 583 p.

5. Tsvelev N.N. Zlaki SSSR [Cereals USSR]. L.: Nauka, 1976. 789 p.

6. Flora Sibiriac: *Poaceae* (Gramineae) [Flora of Siberia: *Poaceae* (Gramineae)]. Novosibirsk: Nauka, 1990. Vol. 2. 361 p.

7. Sosnin B.P. Ovsjanitsja trostnikovaja — novaja tzen-naja kormovaja kultura dlja Tomskoj oblasti [Tall fescue- a new valuable fodder crop for the Tomsk region] // Sibirskij vestnik selskochoz. nauki [Agri. scientia gazette]. 1982. № 5. Pp. 56–59.

8. Doronkina N.V. Structurnie osobennosti agrophitot-senosov s *Festuca arundinacea* Schreb. na vskrishnich porod-nich otvalach v lesostepnoj zone Kuznetskoj cotlovine [Struc-tural features agrophytocenosis with *Festuca arundinacea* Schreb. to overburden waste dumps in the forest-steppe zone of the Kuznetsk Basin // Rastiteln. resursi [Plant resources]. 1999. Vol. 35, Is. 4. Pp. 1-12.

9. Badritdinov R.A. Reprodukativnaja strategija *Festuca arundinacea* (Poaceae) [Reproductive strategy of *Festuca arundinacea* (Poaceae)] // Bot. Zh. [Bot. Journ.], 2005. Vol. 90, № 3. Pp. 386 – 400.

10. Lamanova T.G, Shcremet N.V. Structurno – dinami-cheskaja organizatzija bobovo – zlakovogo agrofitocenosa na gidrootvale v stepnoj zone Kuznetskoj kotlovine [Structural

and dynamic organization of legume-cereal agrophytocenosis on hydraulic mine dump in the steppe zone of the Kuznetsk basin] // *Biologicheskaja recultivatsiya s monitoring narushennih zemel* [Biological recultivation and monitoring of disturbed lands and monitoring]: Proceedings of the International Conference. Ekaterinburg: Izdat. Uralskogo Univer., 2007. Pp. 418–427.

11. Gaborcik N., Gaborcik S. Porovnanie vybranykh ukazovatelov kostravy trstovitej a kostravy lucnej II Obsah makroelementov, mikroelementov a aminokyselin // *Polnohospodarstvo*. 1983. Vol. 29, №8. Pp. 673 – 683.

12. Marjina O.E. Mineralnij sostav kormovih trav v uslovijah Nechernozemnoj zone RSFSR [Mineral composition of forage grasses in the conditions of the Non-chernozem zone of RSFSR] // *Sbornic naychnech trudov po prikladnoj botan. genet. e selectzii*. L.: VIR, 1986. Vol. 107. Pp. 86 – 91.

13. Metode biochimicheskogo issledovaniya rastenij [Methods of biochemical research of plants]. M.: Agropromizdat, 1987. 430 p.

14. Tzerling V.V. Diagnostica pitaniya selskhozajstvennih culture: Spravochnik [Diagnosis of food crops: A Handbook] // M.: Agropromizdat, 1990. 235 p.

15. Yagodyn B.A., Zhukov Y.U., Kobzarenko V.I. Agrohimiya [Agrochemistry]. M.: Kolos, 2002. 584 p.

16. Kovalevsky A.L. O biohimicheskikh parametrah rastenij e necotoreh osobennostih ezuchenija ih [About biogeochemical parameters of plants and some features of their] // *Biogeochemistry of plants. Tr. Buryat. instituta jestestvennich nauk* [Pr. Buryat. ins-t natur. sciences]. Ulan-Ude, 1969. Vol. 2. Pp. 195–214.

17. Ilyin V.B., Syso A.I. Mikroelementi e tjegeleje metalle v pochvah e rastenijah Novosibirskoj oblasti [Trace elements and heavy metals in soils and plants of the Novosibirsk region]. Novosibirsk: Nauka, SB RAS, 2001. 229 p.

18. Khramova E.P., Koutsenogii K.P., Chankina O.V. Macro- e mikroelementnej sostav *Pentaphylloides fruticosa* (Rosaceae) v uslovijah technogenogo zagreznenija v Novosibirske [Macro- and trace element composition *Pentaphylloides fruticosa* (Rosaceae) in the conditions of technogenic pollution in Novosibirsk] // *Rast. resources*. 2007. Vol 43, Is. 1. Pp. 102–111.

19. Brecht E. Die Aufnahme von Eisen und seine Funktion im Chloroplasten höherer Pflanzen // *Biol. Rundsch*. 1990. Bd. 28. Pp. 73–82.

20. Kashin V.K., Ivanov G.M. Gelezo v rastenijah Zabaikalja [Iron in Zabaikalia plants] // *Agrochemistry*. 2007. № 12. Pp. 36–43.

21. Bityutsky N.P. Mikroelementi vicshih rastenij [Trace elements of higher plants]. Sankt-Pb. [St. Petersburg Univer. Press], 2011. 368 p.

22. Pestana M., Faria E.A., de Varennes A. Lime – induced iron chlorosis in fruit trees // *Production practices and quality assessment of food crops*. Dordrecht: Kluwer Acad. Publ., 2004. Vol. 2. Pp. 171 – 215.

23. Marschner H. Mineral nutrition of higher plants. London: Acad. Press, 1997. 889 p.

24. Chaney R. L. Zinc phytotoxicity // *Zinc in soil and plants* Dordrecht: Kluwer Acad. Publ., 1993. Pp. 135–150.

25. Bityutsky N.P. Mineralnoe pitanie rastenij [Mineral nutrition of plants]. SPb.: St. Petersburg Univer. Press, 2014. 540 p.

26. Dell B. Male sterility and outer wall structure in copper – deficient plants // *Ann. Bot*. 1981. Vol. 48. Pp. 599 – 608.

27. Gupta U.C., Gupta S.C. Future trends and requirements in micronutrient research Comm. // *Soil Sci. Plant Analysis*. 2005. Vol. 36. Pp. 33 – 45.

28. Kabata – Pendias A., Pendias A. Mikroalimanti v pochvah e rastenijah [Trace elements in soils and plants]. M.: Mir, 1989. 439 p.

29. Shcolnic M. J. Mikroalimanti v zijni rastenij [Trace elements in the life of plants]. L.: Nauka, 1974. 321 p.

30. Shacklette H.T., Erdman J.A., Harms T.F. Trace elements in plant foodstuffs. In: *Toxicity of Heavy Metals in the Environments*. Part I. New York: Marcel Dekker Inc., 1978. Pp. 25–42.

31. El – Sheik A.M., Ulrich A. Interaction of rubidium, sodium and potassium on the nutrition of sugar beet plants // *Plant physiol*. 1970. Vol. 46. Pp. 645 – 649.

32. Nyholm N.E., Tyler G. Rubidium content of plants, fungi and animals closely reflects potassium and acidity conditions of forest soils // *Forest Ecology and Management*. 2000. Vol. 134, Is. 1 - 3. Pp. 89–96.

Информация об авторе

Information about the author

Бадритдинов Равиль Амирович, канд. биол. наук, н.с.
E-mail: ravilbadri@mail.ru

Badritdinov Ravil Amirovich, Cand. Sci. Biol., Researcher
E-mail: ravilbadri@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный сибирский ботанический сад СО РАН
630090, Российская Федерация, Новосибирск, ул. Золотодолинская, д. 101

Federal State Budgetary Institution for Science Central Siberian Botanical Garden SB RAS
630090. Russian Federation, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str. 101

Е.В. Ткачева

канд.биол.наук, ст.н.с.

E-mail: gbsad_lib@mail.ru

Библиотека по естественным наукам РАН
(БЕН РАН), Москва

Научное наследие А.К. Скворцова через призму базы данных web of science

Статья посвящена обзору научных работ д. б. н. А.К. Скворцова в базе данных Web of Science и анализу их цитируемости мировым биологическим научным сообществом.

Ключевые слова: А.К. Скворцов, ботаника, мировое информационное пространство, индекс научного цитирования, Web of Science.

E.V. Tkacheva

Cand.Sci.Biol., Senior Researcher

E-mail: gbsad_lib@mail.ru

Library for Natural Sciences Russian Academy of
Sciences (LNS RAS), Moscow

Scientific heritage of Alexei K. Skvortsov through the prism of the database Web of Science

The review of scientific papers of Dr. Sci. Biol., Prof. Alexei K. Skvortsov in the database Web of Science is presented. The citation of his papers by the world scientific community has been analyzed.

Keywords: Alexei K. Skvortsov, botany, world information space, citation index, Web of Science.

Алексей Константинович Скворцов – известный российский ботаник, долгие годы работавший в МГУ и Главном ботаническом саду им. Н.В.Цицина РАН. За годы его научного руководства гербарием ГБС объем коллекции гербария возрос с 60 – 70 тыс. до 560 тыс. листов. Сам Алексей Константинович за свою жизнь собрал более 80 тыс. гербарных образцов в экспедициях и поездках по разным регионам СССР, Европе, Северной Америке, Индии и Китаю.

С 1974 по 2008 гг. он был председателем правления Всесоюзного ботанического общества (с 1994 г переименовано в РБО – Русское ботаническое общество), являлся заместителем главного редактора журнала «Природа», членом редколлегии «Бюллетеня Главного ботанического сада», в 1991 г. был одним из основателей и первых членов Российской академии естественных наук (РАЕН), в 1999 г. был удостоен звания заслуженного деятеля науки РФ. В честь А.К. Скворцова описаны виды *Festuca skvortsovii* E. Alexeev, *Salix alexii-skvortzovii* Khokhriakov, *Legousia skvortsovii* G. Proskuriakova, *Circaea x skvortsovii* D. Boufford., *Potamogeton skvortsovii* Klinkova, а также названы сорта абрикоса «Алеша» и «Водолей», созданные его ученицей Л. А. Крамаренко [2].

Рассмотрим научное наследие А.К. Скворцова через призму базы данных Web of Science (WoS).

При анализе научных работ абстрактного автора в базе данных Web of Science возможны два варианта. Первый – это рассмотрение научных работ, опубликованных в источниках, проиндексированных в базе данных Web of Science. Этот показатель отражает, в первую очередь, публикационную активность автора. Информацию о

научных работах, изданных в проиндексированных изданиях, содержат и другие базы данных, например, Scopus и РИНЦ. Web of Science – единственная база данных цитирований, которая содержит второй массив информации: работы, упомянутые в пристатейных списках библиографии в проиндексированных статьях. Очевидно, что авторы проиндексированных в WoS публикаций могут ссылаться не только на работы, которые также были проиндексированы в WoS, но и на огромное число других работ, не вошедших в базу данных WoS.

Проиндексированных в БД WoS научных работ Скворцова всего 6:

1. Skvortsov A. Taxonomy and Distribution of *Circaea* (onagraceae) in the USSR // *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 1979. Vol. 66(4). Pp. 880–892.
2. Russanovich I., Skvortsov A. Application of Discriminant-Analysis as a Means of Distinguishing Birch Species from the Leaf Form // *Zhurnal Obshchei Biol.* 1981. Vol. 42(5). Pp. 762–771.
3. Skvortsov A. *Salix* Section *Chamaetia* and the Problem of the Origin of the Arctic Flora // *Flora*. 1989. Vol. 182(1–2). Pp. 57–67.
4. Yurtsev B., Tikhomirov V., Skvortsov A. Herbariums Call for Help // *Vestnik Akademii Nauk SSSR*. 1991. № 2. Pp. 131–135.
5. Fang C.F., Skvortsov A.K. Validation of Hao's new Chinese taxa in *Salix* (Salicaceae) // *Novon*. 1998. Vol. 8(4). Pp. 467–470.
6. Skvortsov A.K. Systematics on the threshold of the XXI century // *Zhurnal Obshchei Biol.* 2002. Vol. 63(1). Pp. 82–93.

Самая поздняя проиндексированная работа датирована 2002 годом. Поскольку глубина национальной подписки на Web of Science ограничена 1975-м годом, то самая ранняя в доступном нам списке работа А.К. датирована 1979 годом. Три работы опубликованы в отечественных журналах (Журнал общей биологии и Вестник академии наук), остальные - в иностранных изданиях (Novon, Flora, Annals of the Missouri Botanical Garden).

Многие из работ А.К. Скворцова цитируются другими авторами, работы которых были проиндексированы в БД WoS. Данные упоминания и являются «цитированием автора в WoS». Далее будет проанализирован именно массив из упоминаний различных работ А.К. Скворцова другими авторами, чьи работы отражены в БД WoS, начиная с 1975 года.

Поиск таких упоминаний – задача чрезвычайно трудоёмкая, поскольку зачастую ссылки в приставной библиографии некорректны. Искажаются фамилии авторов, названия публикаций перепутаны с названиями издающей организации. Для одной и той же работы разнятся указания на том, номер, страницы. Особенно ярко это проявляется, когда автор цитирует работу на неродном для себя языке. А подавляющее число работ А.К. Скворцова процитировано именно иностранными авторами, для которых русский язык является иностранным. Вот что на этот счет писал А.К. Скворцов в своей статье в журнале Природа: «Теперь о передаче русских имен на иностранные языки. Отчасти это находится в компетенции отечественных авторов и редакторов – когда у нас переводятся резюме или целые журналы. Отчасти же – если русский автор печатается за границей – в ведении редакторов иностранных журналов, в которых могут быть свои правила транскрипции русских имен: И этот второй вариант особенно коварен. ...Выход из всех затруднений с транскрипцией русских имен предельно прост: имя и фамилию латинскими буквами должен начертать сам их владелец, и только один раз, а дальше они должны воспроизводиться без изменений, как в паспорте» [5, стр. 10].

В библиографических списках, опубликованных в Бюллетене МОИП за 1980 г. [4], Ботаническом журнале за 2005 и 2008 гг. [3, 2], упоминается 287 публикаций А.К. Скворцова. По состоянию на январь 2017 г., около 100 публикаций А.К. Скворцова упоминаются в 291 публикации из базы данных WoS. Заметим, что представленность недавних работ российских авторов в WoS резко выросла из-за включения в нее отечественных научных журналов [6]. Это влечёт искажение реальной картины цитирования работ А.К. Скворцова российскими авторами, поэтому не представляется целесообразным анализировать данный показатель. Интерес при рассмотрении показателей цитируемости в WoS представляют работы иностранных авторов. Отдельно отметим только некоторые моменты, связанные с российскими авторами.

Из 60 научных работ отечественных авторов, цитирующих публикации А.К. Скворцова, перу сотрудников Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН принадлежат лишь 9 (из них 5 самоцитирований):

1. Kramarenko L. Apricot breeding in Moscow // Proceedings of the XII-th ISHS Symposium on Apricot Culture and Decline, Vols 1 and 2 / Ed. by J.M. Audergon. Leuven: International Society Horticultural Science, 2006. Pp. 219–221.

2. Kramarenko L.A. Micropropagation of apricot and field performance of in vitro propagated plants. // International Symposium on Apricot Culture, Vol. 1, 2 / Ed. by I. Karayiannis. Leuven: International Society Horticultural Science, 1999. Pp. 417–420.

3. Marnaev S.A., Andreev L.N. Importance of Russian botanical gardens for preservation of floristic diversity // Russian Journal of Ecology. 1996. Vol. 27(6). Pp. 432–437.

4. Volkova O., Severova E., Nosova M. Six years of observation of airborne and deposited pollen in central European Russia: first results // Grana. 2016. Vol. 55(4). Pp. 311–318.

Самоцитирования в работах: Systematics on the threshold of the XXI century (2002); Herbariums call for help (1991); Salix section Chamaetia and the problem of the origin of the Arctic flora (1989); application of discriminant-analysis as a means of distinguishing birch species from the leaf form (1981); Taxonomy and distribution of Circaea (Onagraceae) in the USSR (1979).

В целом из российских авторов наиболее часто работы А.К. Скворцова цитируют сотрудники различных учреждений Российской академии наук и Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

Общемировой пул публикаций, цитирующих различные работы А.К. Скворцова, демонстрируют следующие показатели.

Увеличение числа цитирования работ А.К. Скворцова приходится на 2000-е годы и по сегодняшний день эта тенденция устойчива. При этом важно отметить, что наибольший интерес вызывают работы А.К. Скворцова, опубликованные в 1960-х и 1990-х гг. При этом явного лидера среди цитируемых публикаций нет. Ожидаемо, что на «Ивы СССР» и «Флору Китая» приходится значительная часть ссылок, однако не меньше упоминаний приходится и на другие работы.

Наиболее часто работы А.К. Скворцова цитируют коллеги из различных учреждений США и Китая. Впрочем, преобладание США отражает общее преобладание публикаций авторов из этой страны в WoS. Следующими по частоте упоминания работ А.К. Скворцова являются организации Швеции и Финляндии. В случае с Финляндией – это тот университет, под эгидой которого вышло переводное издание «Ивы СССР» (Skvortsov Alexei K. Willows of Russia and Adjacent Countries. Taxonomical and Geographical Revision. Joensuu: University of Joensuu, 1999. 307 p.).

Ссылки на работы А.К. Скворцова распределены более чем по 150 журналам и сериальным изданиям. Распределение числа цитирований по журналам неравномерно. Более 25% приходится на 9 иностранных журналов (в скобках указана квартиль и предметная область по данным Journal Citation Reports на 2015 год): Taxon (Q1 Plant Sciences);

American Journal of Botany (Q1 Plant Sciences); Botanical Journal of the Linnean Society (Q1 Plant Sciences); PLOS ONE (Q1 Multidisciplinary Sciences); Plant Systematics and Evolution (Q2 Plant Sciences); Canadian Journal of Botany (Q2 Plant Sciences); Flora (Q2 Plant Sciences); Phytotaxa (Q3 Plant Sciences); Contemporary Problems of Ecology (Q4 Ecology). Почти все приведенные журналы являются наиболее авторитетными изданиями в своих предметных областях.

Интересно отметить, что каждая 11 ссылка на работы А.К. Сковцова сделана авторами зоологических исследований. Напомним, что еще в период обучения во 2-м Московском медицинском институте А.К. Сковцов проявлял интерес к гистологии, в активно работавшем студенческом кружке на кафедре гистологии было выполнено и его первое научное исследование – о нарушениях в иннервации надпочечников при некоторых детских инфекциях. Позже, в 1948 г. в Совете Института эволюционной морфологии А.К. Сковцов защитил кандидатскую диссертацию, в основу которой было положено изучение строения селезенки рыб, также в диссертации удалось проследить линии эволюционных преобразований структур этого органа до млекопитающих и птиц [2]. В БД WoS встречаются ссылки на эти ранние зоологические работы Алексея Константиновича. Однако подавляющее большинство зоологов ссылаются именно на ботанические работы А.К. Сковцова. В основном зоологи, цитирующие А.К. Сковцова, изучают различные вопросы энтомологии (растения являются кормовым объектом и местом обитания для многих насекомых).

Несмотря на то, что собственных работ А.К. Сковцова, проиндексированных в WoS, только 6, всего мировое научное сообщество ссылается более чем на 100 его публикаций. И зачастую эти ссылки приходится на самые авторитетные научные журналы, что является подтверждением вклада, сделанного А.К.Сковцовым не только в отечественную, но и в мировую ботанику.

Список литературы

1. Ботаник-энциклопедист: Памяти А. К. Сковцова // Природа. 2008. № 9. С. 76–77.

2. Беляева И. В. и др. Памяти Алексея Константиновича Сковцова // Ботан. журн. 2008. Т. 93, № 12. С. 1996–2000.

3. Виноградова Ю.К. и др. Алексей Константинович Сковцов (к 85-летию со дня рождения) // Ботан. журн. 2005. Т. 90, № 1. С. 125–137.

4. Проскурякова Г.М., Юрцев Б.А. Алексей Константинович Сковцов (к 60-летию со дня рождения и 35-летию научной и общественной деятельности) // Бюл. МОИП., Отд. биол. 1980. Т. 85, Вып. 4. С. 97–104.

5. Сковцов А.К. О языке современной русской научной литературы // Природа. 2002. № 5. С. 3–13.

6. Цветкова В.А., Калашникова Г.В. Еще немного о российском индексе научного цитирования (РИНЦ) // Культура: теория и практика (Электронный журнал). 2016. № 5–6(14–15). URL: <http://theoryofculture.ru/issues/69/891/>.

References

1. Botanik-entsiklopedist: Pamyati A. K. Skvortsova [Botanist-encyclopedia: In memory of AK Skvortsov]. Nature. 2008. № 9. Pp. 76–77.

2. Belyaeva I. V. Pamyati Aleksey Konstantinovicha Skvortsova [In memory of Alexei Konstantinovich Skvortsov]. Botan. zhurn. 2008. T. 93, № 12. Pp. 1996–2000.

3. Vinogradova Yu.K. Aleksey Konstantinovich Skvortsov (k 85-letiyu so dnya rozhdeniya) [Alexei Konstantinovich Skvortsov (on the occasion of his 85th birthday)]. Botan. zhurn. 2005. T. 90, № 1. Pp. 125–137.

4. Proskuryakova G.M., Yurtsev B.A. Aleksey Konstantinovich Skvortsov (k 60-letiyu so dnya rozhdeniya i 35-letiyu nauchnoy i obshchestvennoy deyatel'nosti) [Alexei Konstantinovich Skvortsov (on the occasion of his 60th birthday and the 35th anniversary of his scientific and social activities)]. Byul. MOIP., Otd. biol. 1980. T. 85, Iss. 4. Pp. 97–104.

5. Skvortsov A.K. O yazyke sovremennoy russkoy nauchnoy literatury [On the language of modern Russian scientific literature]. Nature. 2002. № 5. Pp. 3–13.

6. Tsvetkova V.A., Kalashnikova G.V. Yeshche nemnogo o rossiyskom indekse nauchnogo tsitirovaniya (RINTs) [A little more about the Russian index of scientific citation (RINC)]. Culture: Theory and Practice (Electronic Journal). 2016. № 5–6(14–15). URL: <http://theoryofculture.ru/issues/69/891/>.

Информация об авторе

Ткачева Екатерина Васильевна, канд. биол. наук, ст. н. с., и. о. зав. отделом
E-mail: gbsad_lib@mail.ru
Библиотека по естественным наукам Российской академии наук (БЕН РАН)
119991. Российская Федерация, Москва, ул. Знаменка, д. 11/11

Information about the author

Tkacheva Yekaterina Vasilevna, Cand.Sci.Biol., Senior Researcher
E-mail: gbsad_lib@mail.ru
Library for Natural Sciences Russian Academy of Sciences (LNS RAS)
119991. Russian Federation, Moscow, st. Znamenka, d. 11/11

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

1. При направлении материалов для публикации в журнал 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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



Иллюстративный материал к статье Г.А.Фирсова, Ю.Г. Калугина
«Древесные растения экспозиции «Японский сад» в Ботаническом саду Петра Великого»