

**ИЗВЕСТИЯ
ИРКУТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

Серия «Биология. Экология»

2011

Том 4, № 2 (10)

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Большаков А. Г. <i>Принципы организации прибрежных территорий как экологического каркаса города</i> | 5 |
| Гриднев А. Н., Гуков Г. В., Гриднева Н. В. <i>Пихта цельнолистная <i>Abies holophylla</i> Maxim в зелёном строительстве на юге Дальнего Востока</i> | 12 |
| Данилова Н. С., Рогожина Т. Ю., Романова А. Ю., Борисова С. З., Иванова Н. С. <i>Интродукционная устойчивость растений как основа для разработки ассортимента для озеленения населённых пунктов Центральной Якутии</i> | 17 |
| Егоров А. А., Фирсов Г. А., Фадеева И. В., Бялт В. В., Орлова Л. В., Волчанская А. В. <i>Проблемы совершенствования современного ассортимента древесных растений в городских зелёных насаждениях Санкт-Петербурга</i> | 23 |
| Зиновьев А. С., Гуков Г. В. <i>Выращивание лотоса Комарова (<i>Nelumbo komarovii</i> Grossh.) в искусственных условиях</i> | 32 |
| Козловский Б. Л., Куропятников М. В., Федоринова О. И. <i>Эколого-биологическая характеристика древесных растений урбанофлоры Ростова-на-Дону</i> | 38 |
| Кузеванов В. Я., Сизых С. В. <i>Определение миссии ботанического сада в системе природопользования в Байкальской Сибири</i> | 44 |
| Лазарева С. М. <i>Использование методик обработки данных фенологических наблюдений (на примере представителей семейства <i>Pinaceae</i> Lindl.)</i> | 56 |
| Михайлова Т. А., Шергина О. В. <i>Питательный статус древесных растений как интегральный показатель состояния урбоэкосистемы</i> | 66 |
| Новикова Т. И. <i>Использование биотехнологий для размножения декоративных растений</i> | 74 |

Петропавловский Б. С., Крестов П. В.*Владивостоку – Ботанический сад мирового уровня:**проблемы и задачи развития 81***Старченко В. М., Тимченко Н. А.***Дендрофлора города Благовещенска 89***Федосеева Г. П., Благодаткова Т. С., Оконешникова Т. Ф.***Оптимизация системы озеленения города Екатеринбурга 94***Храпко О. В., Касинцева М. В., Медеян Е. В.***Папоротники как объекты для изучения в цепи непрерывного**экологического образования 109*



УДК 711.4; 712

Принципы организации прибрежных территорий как экологического каркаса города

А. Г. Большаков

Иркутский государственный технический университет, Иркутск
E-mail: andreybolsh@yandex.ru

Аннотация. Обсуждается значение прибрежных территорий рек, которые протекают в границах города, как основы городского экологического каркаса. Рассмотрены градостроительные и архитектурно-ландшафтные принципы их организации в целях формирования условий здоровой окружающей среды в городе.

Ключевые слова: градостроительная экология, прибрежные территории города, принципы использования.

Прибрежные территории протекающих в черте города рек являются важной частью городского экологического каркаса, в качестве которого рассматриваются природные ландшафты, выполняющие функции компенсации экологических ущербов, причинённых окружающей среде города в ходе хозяйственной деятельности [5]. Важнейшая роль прибрежных территорий состоит в регулировании качества поверхностных и грунтовых вод. Следующим по значимости свойством является способность долинных ландшафтов проводить потоки воздуха как вдоль речной долины, так и распространять речной бриз (ветер с акватории) на прилегающие кварталы городской застройки, тем самым освежая воздух в городе.

Кроме экологических функций прибрежные территории обладают наибольшей привлекательностью для организации отдыха городского населения. Природные предпосылки к этому очевидны. Однако прибрежные территории в городе не всегда используются так, чтобы оставалось место для рекреации, по-

скольку они в первую очередь заняты объектами жилой и промышленной застройки, инженерно-транспортной инфраструктуры. В результате горожане теряют самое важное – условия здоровой окружающей среды в городе. Экологически благополучный город имеет конкурентные преимущества перед другими городами, поскольку является миграционно привлекательным [3].

Из 144 км речных берегов в черте города Иркутска ныне только 2 км (1,4 %) организованы как рекреационная набережная. В целях оценки структуры современного использования прибрежных территорий города нами была использована следующая методика. Протяжённость единственной благоустроенной набережной Иркутска – бульвара Гагарина – была принята за длину мерной ячейки, ширина которой составляла 200 м (ширина водоохранной зоны р. Ангары). С помощью этой мерки береговая полоса вдоль рек Ангары, Иркуты, Ушаковки и Каи в границах городской черты была разбита на оценочные участки (табл. 1).

Таблица 1

Баланс видов использования прибрежных территорий г. Иркутска

| Наименование вида использования | Кол-во участков | Протяжённость, км | Доля в протяжённости побережья, % |
|---|-----------------|-------------------|-----------------------------------|
| 1. Промышленность, коммунальные и транспортные сооружения, крупная торговля | 17 | 34 | 23,6 |
| 2. Жилые и общественные здания | 13 | 26 | 18,1 |
| 3. Неорганизованные озеленённые территории | 38 | 76 | 52,7 |
| 4. Рекреационная набережная | 1 | 2 | 1,4 |
| 5. Садоводства | 3 | 6 | 4,2 |
| Всего | 72 | 144 | 100 |

Границы прибрежных территорий автором ранее было предложено проводить по границам днищ долин и пойм крупных рек (рис. 1). На схеме видно, что природный каркас города занимает около одной трети всей территории города, однако большая часть его площадей использована под застройку. Если размещение объектов исторической части города в силу историко-культурной ценности не вызывает сомнений, то современная застройка нарушает водоохранные и рекреационные ресурсы городской среды и её несоответствие требованиям устойчивого развития города в части экологического благополучия населения представляет собой проблему. Проблема состоит также в том, что доля территорий организованной рекреации в городе крайне низка. Из данных табл. 1 видно, что промышленная и жилая застройка проецируется на берег на 41,7 % его протяжённости, организованная же рекреационная набережная имеет в 30 раз меньшую протяжённость.

Градостроительные и архитектурно-ландшафтные принципы организации набережных и прибрежных территорий рассматривались в последние годы в ряде работ отечественных специалистов [1; 2; 7; 8].

В 2006 г. в мастерской автора был выполнен проект рекультивации ландшафтов, нарушенных прокладкой теплотрассы от Новоиркутской ТЭЦ на правый берег р. Ангары (главный архитектор проекта А. Г. Большаков, архитектор Д. В. Бобрышев). В этой работе были конкретизированы положения о функционально-планировочной организации прибрежных территорий р. Ангары в створе между новейшим мостом и плотиной ГЭС (рис. 2).

Принципы, на которых основан проект, следующие:

1. Границы прибрежной территории устанавливаются по бровке надпойменной террасы р. Ангары, в примерном соответствии с шириной водоохранной зоны (200 м от уреза воды) и с трассировкой ближайших к берегу магистральных улиц. Для правого берега это улица Дальневосточная, для левого – улица Старокузьмихинская.

2. Предложенное градостроительное зонирование прибрежной территории предусматривает, что жилая и промышленная застройка располагается выше установленных границ и не допускается в водоохранную и рекреационную зону. От границы прибрежной территории до уреза воды предусматриваемые виды использования – водоохрана, рекреация, уход за ландшафтом.

Уход за ландшафтом предполагает озеленение набережных в соответствии с программами озеленения городов, научные основы которых разрабатываются, в частности, в ботанических садах, в том числе в ботаническом саду Иркутского государственного университета [4; 9].

3. В топографии прибрежной территории выделяется три ландшафтных местоположения – пойма, надпойменная терраса и уступ между ними. Использование прибрежной территории находится в соответствии с экологической значимостью и устойчивостью местоположений. Наибольшей устойчивостью и сравнительно меньшей экологической значимостью обладают возвышенные участки – надпойменные террасы. На бровках этих террас предлагается размещать общественные здания рекреационного назначения. На пойме преимущественным видом использования являются открытые рекреационные пространства – бульвары набережной. Уступы надпойменных террас – наименее устойчивые в физическом плане – предлагается укреплять. Вследствие затопления поймы в периоды форсированных пусков воды через плотину ГЭС набережные на пойменной террасе должны быть приподняты до незатопляемого уровня.

4. Существующая промышленная и жилая застройка на пойменной террасе – завод ЖБИ и ветхая деревянная застройка на улицах Костромской и Овражной подлежат выносу и замене на рекреационные (спортивные функции).

5. На пойме организуется только парковый проезд, по которому исключается транзитное движение городского транспорта. Связи паркового транспорта с городским организуются через специальные пересадочные пункты с парковками.

6. В связи с прокладкой теплотрассы по узкой береговой полосе нарушаются ландшафты побережья, которые подлежат рекультивации. Задачи рекультивации побережья и строительства набережного бульвара совпадают.

Далее был разработан собственно проект рекультивации теплотрассы, который представляет собой проект набережной на обоих берегах Ангары в створе между новым мостом и плотиной ГЭС (рис. 3).

Теплотрасса представляет собой две трубы диаметром 1000 мм каждая, протяжённостью на берегу около 8 км. Из них лишь 2 км подземного заложения, основная же часть трассы в надземном положении. Проходя по узкой полосе берега, сооружение по существу физи-

чески уничтожает рекреационный и эстетический ресурс этой ценнейшей территории, разрывая связь прибрежных территорий с берегом.

Были предложены следующие принципы решения проблемы:

1. Вдоль трассы формируется новый ландшафт с помощью обваловки – засыпки труб грунтом. Обваловка возможна после строительства канала наземного расположения вокруг труб.

2. В отличие от стандартной технической обваловки применяется метод геопластики – создание нового рельефа с заданными эстетическими, функциональными и экологическими свойствами. Рельеф представляет собой складчатую поверхность, ниши которой по форме и по размеру проектируются в соответствии с требованиями рекреации и создания биогеосистемного разнообразия на прибрежной территории.

3. На поверхности проектируемой набережной формируются покровы и покрытия для обеспечения рекреационных потребностей, а также пляжи, ландшафтное оборудование для отдыха и спорта.

В 2007 г. под руководством автора А. Новиковой был выполнен дипломный проект по ландшафтно-рекреационной организации долин малых рек в южной части Свердловского округа Иркутска. Главная идея проекта – сформировать долины малых речек Большой Кузьмихи, Малой Кузьмихи и пади Долгой, в бассейне которых расположены жилые районы Свердловского округа, в соответствии со значением этих долин как экологического природного каркаса территории. Современное использование этих территорий – несанкционированная свалка.

Детальная проработка обустройства ландшафта долин для рекреации представлена на рис. 4, 5.

В 2002 г. автором была предложена концепция территориальной организации Октябрьского округа города, в основе которой лежит принцип поляризованного развития природного и функционально-планировочного каркасов территории. К природному каркасу здесь относятся прибрежные территории рек Ангары и Ушаковки, а также 10 ложбин временных водотоков – эрозионных долин, врезанных в склоны Иерусалимской горы.

Осуществление концепции означает регулирование застройки долин с увеличением до-

ли открытых озеленённых пространств на территории соответствующих кварталов. В существующем использовании территории два распада из 10 используются адекватно – бульвар Постышева и парк Авиаторов. В остальных случаях предлагается формирование пешеходных улиц, цепочек участков школ и других общественных зданий с большой долей открытых озеленённых пространств.

Архитектурно-ландшафтные и инженерные вопросы проектирования прибрежных территорий решались и в проекте набережной р. Китой в посёлках Старица и Кирова в черте г. Ангарска (главный архитектор проекта А. Г. Большаков, архитектор Д. В. Бобрышев).

Главной особенностью ситуации проекта является то, что берег Китоя на данных участках интенсивно размывается со скоростями до нескольких десятков метров в год. Высота берега значительна – 15–16 м. На бровке абразионного берега в пос. Кирова располагаются огороды жилой усадебной застройки, в пос. Старица – прибрежная улица. И те и другие находятся под угрозой размыва и обрушения. Ещё одна градостроительная особенность состоит в том, что Ангарск не имеет организованного выхода планировочной структуры ни на берег Ангары, ни на р. Китой. И если между городом и Ангарой непреодолимой преградой лежит площадка нефтехимического комбината и других производств, то на р. Китой выход может и должен быть организован. Для этого должны быть сформированы открытые пространства общего пользования – набережные.

В проекте решалась дилемма – сделать надёжное и долговечное берегоукрепление и при этом отселить несколько десятков усадеб на прибрежной территории, либо предложить рискованное по условиям устойчивости решение берегозащиты, но сохранить существующую кромку высокого берега и примыкающие к ней усадьбы. В итоге был выбран первый вариант.

Выводы

Границы прибрежных территорий следует назначать на основе гидрологических и геоморфологических особенностей, но не менее границ установленных законом водоохранных зон. В общем случае границы территорий совпадают с таковыми днищ долин и пойм крупных рек, с долинам ручьёв и малых рек.

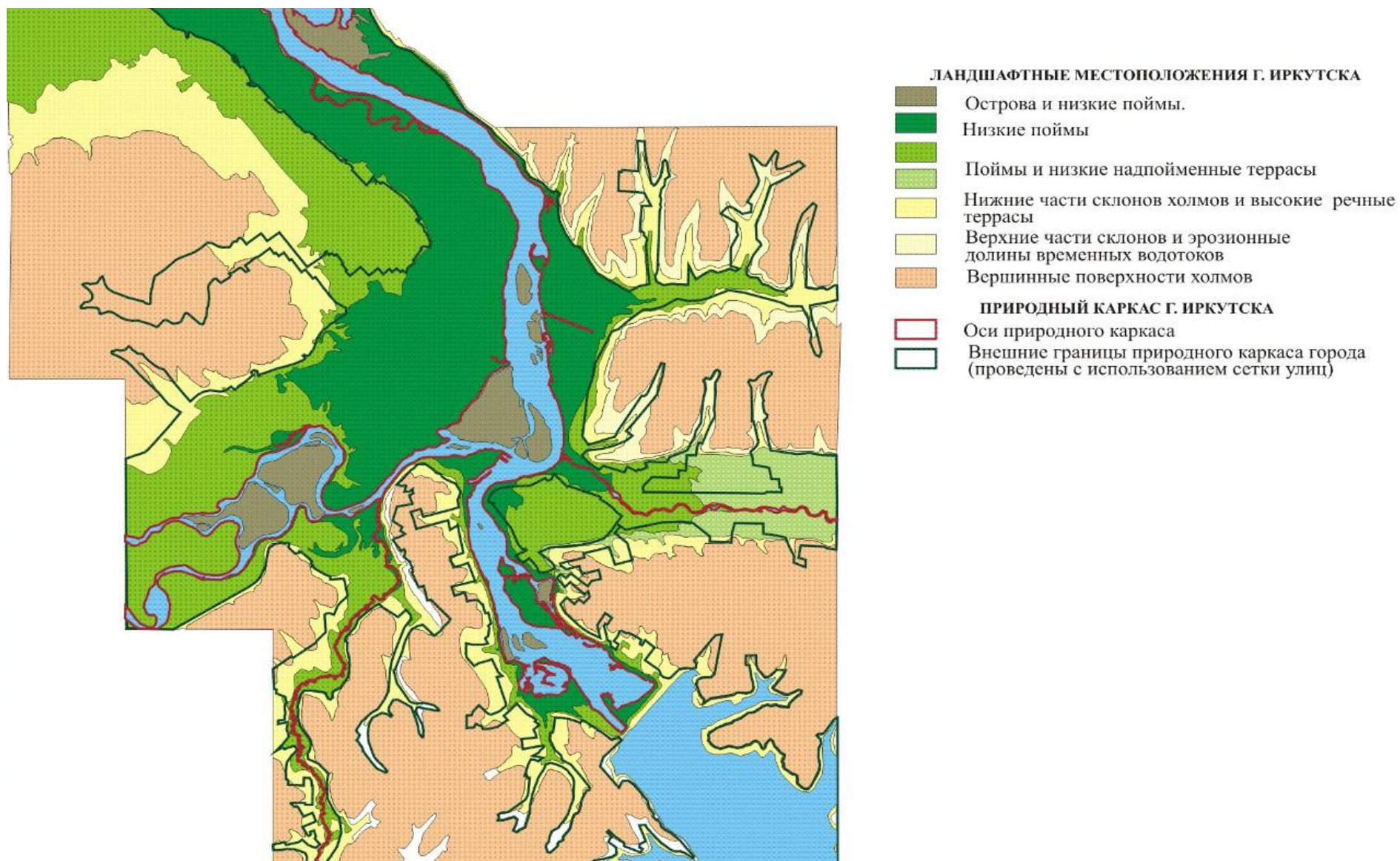


Рис. 1. Карта-схема границ прибрежных территорий – природного каркаса города Иркутска

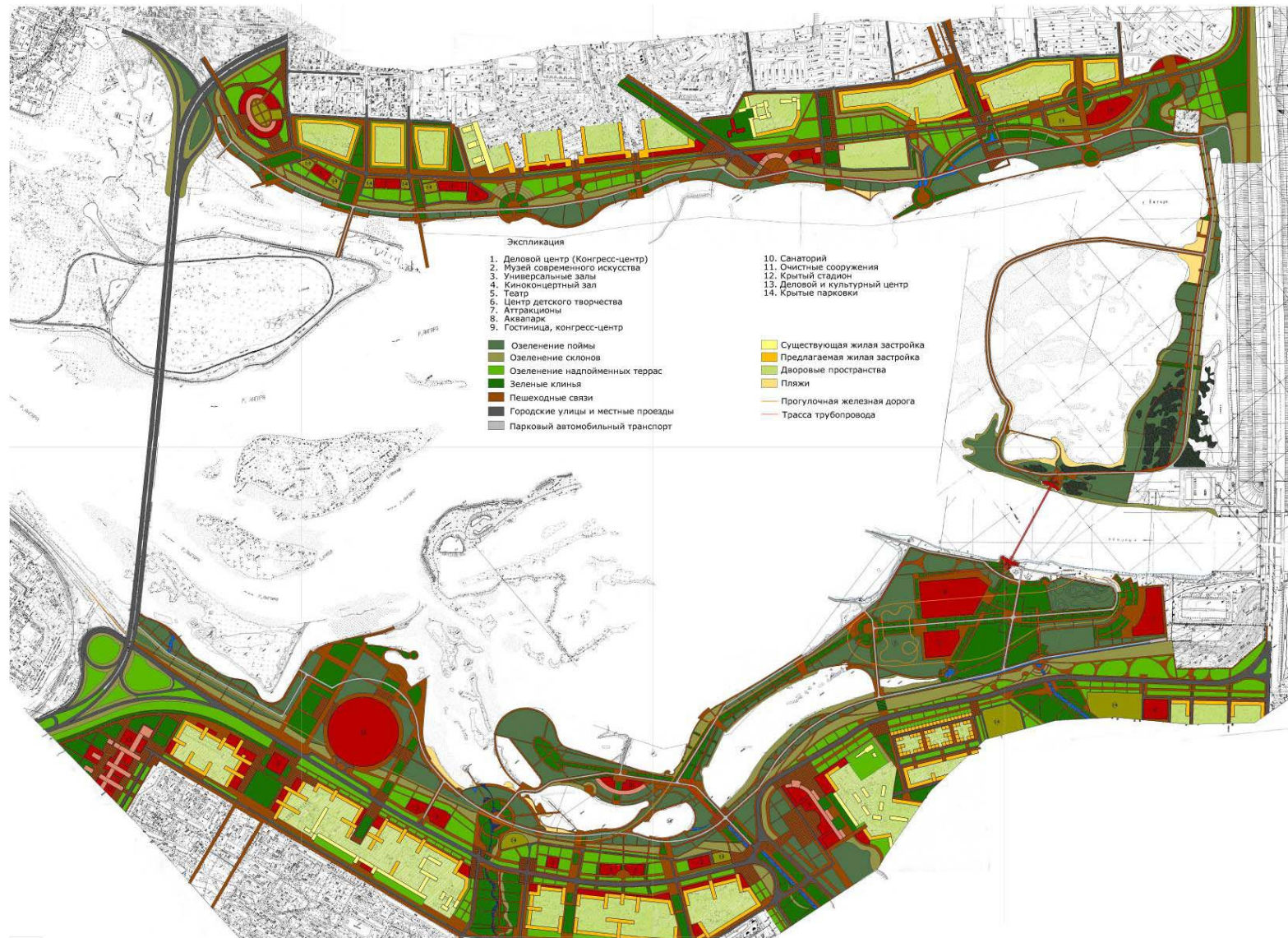


Рис. 2. Схема-проект градостроительной организации прибрежной территории в срединной зоне г. Иркутска



Рис. 3. Проект набережной р. Ангары – рекультивация теплотрассы на пойменной террасе



Рис. 4. Общий вид ландшафтно-рекреационного обустройства долины р. Бол. Кузьмиха. Дипломный проект А. Новиковой. Руководитель проф. А. Г. Большаков



Рис. 5. Общий вид ландшафтно-рекреационного обустройства долины ручья Падь Долгая в Иркутске. Дипломный проект Э. Петрас. Руководитель проф. А. Г. Большаков

2. В состав прибрежных территорий входят прибрежная защитная полоса, прибрежная полоса общего пользования и водоохранная зона, а также рекреационная зона. Рекреационная зона может быть шире водоохранной зоны.

3. Основными видами разрешённого использования прибрежных территорий, в связи с их функциями экологического каркаса города, должны быть водоохрана и рекреация.

4. Транспортные транзитные потоки следует выводить из прибрежных территорий и не допускать появления новых транзитных магистралей.

5. Парковые рекреационные дороги должны выполнять служебные функции и не быть предназначены для пропуска прочего транс-

порта. Парковки должны быть расположены на границе прибрежной рекреационной зоны.

6. Прибрежные территории должны быть оснащены объектами рекреационного назначения, санитарно-технической инфраструктурой, ландшафтным оборудованием открытых пространств.

7. Берегозащитные сооружения должны решать как вопросы защиты берега от размыва и затопления, так и способствовать функциональной организации набережных в соответствии с их назначением.

8. При прокладке инженерных коммуникаций их трассы должны быть вписаны в ландшафт, либо последний должен быть рекультивирован в водоохранном и рекреационном направлении.

Литература

1. Большаков А. Г. Проектирование городских набережных / А. Г. Большаков. – Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2009. – 120 с.

2. Задворянская Т. И. Ландшафтно-градостроительная организация рекреационных зон в структуре прибрежных территорий крупных городов: на примере Воронежа : автореф. дис. ... канд. архитектуры / Т. И. Задворянская. – СПб., 2009. – 22 с.

3. Калюжнова Н. Я. Роль экологического фактора в конкурентоспособности региона / Н. Я. Калюжнова, В. Я. Кузеванов // Экономика региона. – 2010. – № 3. – С. 54–62.

4. Кузеванов В. Я. Экологические ресурсы ботанических садов: связь биоразнообразия и общества / В. Я. Кузеванов, С. В. Сизых // Науч.-техн. ведомости С.-Петербур. политехн. ун-та. – 2010. – № 106. – С. 161–170.

5. Курбатова А. С. Ландшафтно-экологические основы формирования градостроительных структур

тур Московского мегаполиса : дис. ... д-ра геогр. наук / А. С. Курбатова. – М., 2004. – 341 с.

6. Князев Д. К. Экологические основы планировки рекреационных зон крупных городов Поволжья: на примере Волгограда и его пригородной зоны : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Д. К. Князев. – М., 2010. – 19 с.

7. Литвинов Д. В. Градозэкологические принципы развития прибрежных зон: на примере крупных городов Поволжья : автореф. дис. ... канд. архитектуры / Д. В. Литвинов. – М., 2009. – 20 с.

8. Фролов С. С. Градостроительная реконструкция прибрежных промышленных территорий крупнейших городов: На примере г. Волгограда : автореф. дис. ... канд. архитектуры / С. С. Фролов. – СПб., 2005. – 22 с.

9. Species-richness patterns of the living collections of the world's botanic gardens: a matter of socio-economics? / J. Golding [et al.] // Annals of Botany. – 2010. – Vol. 105. – С. 689–696.

Riverside territories as the part of urban ecological carcass. Principles of organization

A. G. Bol'shakov

Irkutsk State Technical University, Irkutsk

Abstract. The role of the riparian territories in cities as the basic for the urban ecology are discussed. Urban planning and landscape architectural principles of organization of these territories for health environment maintenance are considered.

Key words: urban ecology, planning of urban riverside territories, principles of exploitation.

*Большаков Андрей Геннадьевич
Иркутский государственный технический университет
664074, Иркутск ул. Лермонтова, 83
доктор архитектуры, профессор,
заведующий кафедрой
тел.: (4232) 40–51–45
E-mail: andreybolsh@yandex.ru*

*Bol'shakov Andrey Gennadyevitch
Irkutsk State Technical University
83 Lermontova St., Irkutsk, 664074
D. Sc. in Architecture, Prof., Head of Chair
phone: (4232) 40–51–45
E-mail: andreybolsh@yandex.ru*



УДК 630 27:625.77:582.475.2

Пихта цельнолистная *Abies holophylla* Maxim в зелёном строительстве на юге Дальнего Востока

А. Н. Гриднев, Г. В. Гуков, Н. В. Гриднева

Приморская государственная сельскохозяйственная академия, Уссурийск
E-mail: forest @ primacad.ru

Аннотация. Пихта цельнолистная – одна из самых красивых хвойных пород, рекомендуемых для зелёного строительства в населённых пунктах юга Дальнего Востока. Эта порода имеет своеобразные габитусные характеристики, обладает хорошей репродуктивной способностью, быстро растёт, очень декоративна, устойчива против болезней и вредителей.

Ключевые слова: пихта цельнолистная, озеленение населённых пунктов.

Участие зелёных насаждений из хвойных пород в организации территорий и формировании неповторимого архитектурно-художественного облика городов и посёлков весьма заметно. Хвойные породы обладают значительным разнообразием форм, размеров, окраски хвои, шишек, стволов, фактуры и архитектоники крон, в комплексе определяющим декоративные свойства хвойных.

В озеленительном строительстве дальневосточных городов и поселений среди хвойных пород особая роль отводится пихте цельнолистной [3–6]. Впервые эта пихта была описана академиком К. И. Максимовичем в 1866 г. из окрестностей г. Владивостока [1]. Он дал ей научное видовое название *holophylla*, что в переводе с латинского языка означает цельнолистная, поскольку кончики хвои у неё не раздвоенные, как у других видов восточноазиатских пихт, а цельнокрайние, заострённые.

Пихта цельнолистная (чёрная, маньчжурская) – *Abies holophylla* Maxim. (1866) относится к роду пихта – *Abies* Mill, который является одним из древних среди одиннадцати имеющихся родов семейства сосновых Pinaceae и пяти родов подсемейства пихтовых Abietae. Пихта – вечнозеленое дерево умеренного пояса северного полушария. Согласно современным представлениям [8], род *Abies* расчленён на 56 видов, среди которых пихта цельнолистная по своим габитусным характеристикам занимает 13-е место, уступая лишь пихтам прелестной, великолепной, великой, миловидной, благородной, пихте Лоуа (Северная Америка), пихте Нордманна (Западный Кавказ), белой (Восточная Европа), пихте Эрнеста (Китай), пихте Вебба (Индия), гималай-

ской и пихте Гемблина (Тибет). Среди отечественных пихт она самая крупная и быстрорастущая и достигает 35–40 (45) м в высоту и 1,2–1,5 (2) м в диаметре.

По отношению к теплу пихта цельнолистная входит в категорию сравнительно теплолюбивых древесных растений с относительно длинным вегетационным периодом, вследствие чего однолетние побеги не всегда успевают одревеснеть в более северных районах и побиваются морозами частично или полностью.

По отношению к влаге пихта цельнолистная – мезофит, хорошо растёт при достаточном увлажнении, но страдает от избытка или недостатка влаги, т. е. её можно отнести к среднетребовательным растениям. Требуется к влажности воздуха и почвы. Предпочитает плодородные, хорошо дренированные, влажные почвы. По отношению к плодородию почв пихту цельнолистную можно отнести к сравнительно требовательной породе, так как она обычно занимает средние и нижние части склонов гор, однако встречается и в высокогорье. Безразлична к степени скелетности почвы и к химическому составу материнских пород.

Пихта цельнолистная – порода более ветроустойчивая, чем кедр, ель и другие виды пихт, что связано с особенностями корневой системы. Как и другие пихты, более чувствительна к вредным примесям в воздухе населённых пунктов, нежели другие хвойные породы.

По степени светолюбивости пихту цельнолистную можно отнести к сравнительно теневыносливым породам, она очень хорошо растёт на полном свете, однако в молодом возрасте приспособлена выносить довольно сильное затенение, о чём свидетельствуют сравнитель-

но тёмная хвоя и густая крона. Светолюбивость пихты цельнолистной, как и другие экологические свойства, меняются с возрастом. Всходы и подрост пихты гораздо теневыносливее, чем взрослые деревья. Нижние сучья долго остаются живыми, поэтому стволы медленно очищаются от сучьев. По степени теневыносливости среди хвойных пород пихта цельнолистная уступает елям, пихте белокорой и кедру корейскому.

Хвоя пихты одиночная, расположена спирально, плоская, с нижней стороны с двумя беловатыми полосками устьиц, остаётся на побегах до 10 лет и более. Молодая хвоя обычно светло-зелёная, а затем темнеет до зелёной и тёмно-зелёной. Старая хвоя жёсткая, всегда остроконечная, 20–57 мм длиной и до 2–3 мм шириной. Почки продолговато-яйцевидные, бледно-буро-красные, 7–9 мм длиной и 3,5–5 мм шириной, смолистые. Молодые побеги слабоопушённые, продольно-бороздчатые.

Одним из важнейших декоративных признаков древесных растений является форма кроны, которая определяется в основном системой ветвления и соотношением её развития как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях. Крона состоит из мутовчато-расположенных ветвей, имеющих горизонтальное направление. Система ветвления у пихты цельнолистной нестрога мутовчатая, а форма кроны меняется в зависимости от возрастного состояния и условий произрастания. Основная естественная форма кроны у пихты цельнолистной в молодом возрасте зонтичная, а при сильном затенении даже раскидистая, далее становится конической, а в конце жизни – овально-конусовидной.

У старых деревьев крона ширококонусовидная, овально-конусовидная или шатровидная. Кора сверху сероватая, а внутри красновато-бурая, с крупными продольными, а в старости и поперечными, трещинами, толстая, шелушащаяся.

Очень важна в зелёном строительстве такая качественная характеристика для деревьев, как плотность кроны, которая определяется густотой ветвления и степенью охвоения ветвей. Кроны могут быть ажурными (просвечивающимися), средней густоты и плотными (компактными). Пихта цельнолистная имеет плотную крону, она создаёт густую тень, задерживает пыль, ветер и способствует значительному снижению шума. Поскольку при

свободном стоянии деревья пихты цельнолистной плохо очищаются от сучьев, их можно использовать для создания живых изгородей.

Ствол дерева является важным декоративным элементом. Декоративность определяется степенью очищения от ветвей, характером ветвления, цветом и фактурой поверхности. Степень очищения ствола от ветвей зависит от высоты их расположения.

Корневая система хорошо развита, глубокая. Пихта ветроустойчива, но при интенсивном изреживании древостоя нередко ветровальна.

Цветёт пихта с третьей-четвёртой недели июня по первую-вторую неделю июля. Мужские и женские цветки собраны в колоски. Мужские колоски продолговато-цилиндрические или овальные, с желтоватыми пыльниками. Пыльниковые колоски овальные, 8 мм длиной и 4 мм шириной. Женские колоски продолговато-яйцевидные, с многочисленными семенными чешуями.

Шишки пихты цельнолистной стоят вертикально и сосредоточены на самой вершине кроны 30–40-метровых стволов (рис. 1). Не изменяя формы кроны, они вносят сезонные изменения в фактуру её поверхности и цвет. Декоративные качества шишек определяются их формой, размерами, окраской и продолжительностью сохранения на растениях. Шишки овально-цилиндрические, тупые, светло-коричневые, 7,5–12 см длиной и 3–4 см толщиной, созревают в год цветения. Кроющие чешуи зрелых шишек кожистые, оканчивающиеся острием, приросшие своим основанием к семенным чешуям. После созревания семян шишка распадается, оставляя вертикальный стержень.

Семенные чешуи округлые, расширенные сверху, с выступающими боковыми краями, длиной 18 мм и шириной 33 мм (рис. 2). Кроющие чешуи округлые длиной 6,5 мм и шириной 6 мм, с острием в 2 мм и короче семенных. Семена клиновидно-овальные длиной 8–9 мм и шириной 5–6 мм, буро-охристого цвета, с крылышком длиной 9–12 мм, созревают в середине сентября, шишки распадаются в ноябре.

Согласно результатам наших исследований, при низком балле урожая средние размеры и масса шишек оказались существенно ниже, чем при высоком. Так, длина шишек при низком балле в среднем составила 7–9 см, а при высоком – 11–12 см, ширина при низком – 3–4 см, а при высоком – 4–5 см, масса шишек соответственно – 19–25 г и 33–35 г.



Рис. 1. Шишки пихты цельнолистной в кроне растущего дерева



Рис. 2. Размеры составляющих элементов шишки пихты цельнолистной

Масса 1000 штук обескрыленных семян в наших опытах составила при низком балле урожайности 23–25 г, а при высоком – 34–36 г. По-видимому, при низких баллах урожая происходит физиологическое недозревание семян, о чём свидетельствуют низкие данные не только массы, но и жизнеспособности семян. При этом жизнеспособность семян пихты колеблется в пределах 10–15 %, что не соответствует даже третьему классу качества семян. Следовательно, при низких баллах семеношения пихты цельнолистной нецелесообразно производить заготовку шишек и семян, а также проводить меры содействия естественному возобновлению этой породы.

Семена пихты при высоком балле урожая значительно превышали показатели семян, относимых к первому классу качества. В то же время следует отметить, что даже при благоприятных погодных условиях, способствующих обильному урожаю пихты цельнолистной, почти половина всех семян были нежизнеспособными, а в отдельных пробах до 18 % вообще пустыми, без зародыша и эндосперма. По-видимому, этот признак (низкие посевные качества семян) является существенным показателем реликтовости пихты цельнолистной. Наши исследования подтвердили и другой общеизвестный вывод о том, что собирать шишки (семена) с деревьев для лесовосстано-

вительных работ следует только при высоких баллах урожая.

Для широкого внедрения пихты цельнолистной в озеленительную практику требуется качественный, жизнеспособный посадочный материал. На его выращивание существенное влияние оказывают посевные показатели семян. По нашим данным, при весе собранных с плюсовых деревьев при 1 балле урожайности 1000 семян пихты цельнолистной в 34,2 г их жизнеспособность составила 49,2 %, а лабораторная всхожесть – 59 %, что соответствовало первому классу качества семян. Для определения грунтовой всхожести в оптимальных условиях прорастания семена в течение трёх недель подвергались стратификации разными способами. Одна часть замачивалась, другая хранилась при низких температурах. На основании полученных нами данных динамики всхожести и сохранности семян пихты цельнолистной сделан вывод о том, что грунтовая всхожесть семян, обработанных замачиванием, составляет всего 6 %, в то время как всхожесть семян, прошедших стратификацию холодом, в два раза больше.

По мере созревания (сентябрь–октябрь) шишки буреют и рассыпаются, оставляя лишь торчащие стержни. Поэтому основной и доступный способ заготовки семян пихты цельнолистной заключается в сборе шишек в период их побурения, но до полного созревания. Трудность заготовки семян заключается также в том, что рубка деревьев пихты цельнолистной запрещена, тем более что семена для дальнейшего создания лесных культур необходимо собирать только с плюсовых деревьев.

Для сбора шишек с плюсовых деревьев пихты цельнолистной нами разработано специальное подъёмное устройство, получившее название «Медведь» [2; 7]. Устройство состоит из несущей корзины для верхолаза и ручного оборудования, необходимого для сбора семян в области кроны: опорных колёс, предохраняющих кору деревьев от повреждения, захватывающего приспособления и лебедки. Привод устройства осуществляется с помощью мускульной энергии ног верхолаза.

Периодичность семеношения пихты цельнолистной по материалам наших исследований наблюдается через 5–7 лет, причём при низких баллах шишки и семена заготавливать нецелесообразно.

Немаловажное значение имеют сроки посева. Для пихты цельнолистной можно рекомендовать осенний посев, при нём происходит

естественная стратификация холодом, что повышает грунтовую всхожесть. Кроме того, важны места посева семян. Так, лучше высевать семена пихты в подпологовых микропитомниках.

Всходы пихты требуют тщательного ухода. Она превосходно переносит пересадку, безболезненно реагирует на стрижку и обрезку.

Пихта цельнолистная достигает предельных размеров, доживая до 350–400 лет. В молодом возрасте пихта цельнолистная растёт медленно, уступая в этот момент по темпам роста кедру корейскому, с возрастом прирост в высоту резко увеличивается и она начинает значительно обгонять кедр.

Пихта цельнолистная считается самым высоким деревом лесов Дальнего Востока. Стройность, компактная густая тёмно-зелёная крона, колонновидный ствол и огромные размеры делают её одной из ценнейших хвойных пород для украшения пригородных лесов Южного Приморья. Присутствие пихты в лиственном лесу придаёт последнему живость и своеобразную красоту. Наиболее эффектно пихта при размещении небольшими группами или отдельными деревьями в сочетании с берёзой плосколистной и с подлеском из клёнов, рододендрона, чубушника, вейгелы. Чистые насаждения из пихты цельнолистной монотонные и мрачные, в молодом возрасте из-за густоты труднопроходимые. Пригодна эта пихта для создания композиционных групп, аллейных и рядовых посадок, живых изгородей, для посадки в виде солитеров или небольших групп.

Литература

1. Васильев Н. Г. Чёрнопихтово-широколиственные леса Южного Приморья / Н. Г. Васильев, Б. П. Колесников. – М.; Л. : Изд-во АН СССР, 1962. – 147 с.
2. Гриднев А. Н. К вопросу о механизации заготовки лесных семян с растущих деревьев в условиях Дальнего Востока / А. Н. Гриднев // Вопросы лесного и охотничьего хозяйства на юге Дальнего Востока : юбил. сб. науч. тр. – Уссурийск : ПГСХА, 2003. – С. 53–57.
3. Гуков Г. В. Опыт интродукции пихты цельнолистной в Приморском крае / Г. В. Гуков, Н. В. Гриднева // Лесное хозяйство. – 2009. – № 1. – С. 45–46.
4. Гуков Г. В. Современное состояние пихты цельнолистной и чёрнопихтово-широколиственных лесов в Приморском крае / Г. В. Гуков, А. Н. Гриднев, Н. В. Гриднева // Структурно-функциональная организация и динамика лесов : материалы Всерос. конф., посвящ. 60-летию Ин-та леса им. В. Н. Сукачёва и 70-летию образования Краснояр. края

(Красноярск, 1–3 сентября 2004 г.). – Красноярск : Ин-т леса им. В. Н. Сукачёва СО РАН, 2004. – С. 30–31.

5. Гуков Г. В. Пихта цельнолистная в Приморском крае: современное состояние, проблемы искусственного лесоразведения / Г. В. Гуков, А. Н. Гриднев, Н. В. Гриднева. – Уссурийск : ПГСХА, 2009. – 33 с.

6. Нормативно-справочные материалы для оценки объектов озеленения городов Приморского края / А. Н. Гриднев [и др.]. – Владивосток : Дальнаука, 2007. – 151 с.

7. Пат. 2170602 Российская Федерация. Подъёмное устройство / А. Н. Гриднев. – Опубл. 20.07.2001. Бюл. № 20. – [10 с.].

8. Пихта / Г. В. Крылов [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1986. – 239 с.

Manchurian fir *Abies holophylla* Maxim in the landscape gardening in the south of the Russian Far East

A. N. Gridnev, G. V. Gukov, N. V. Gridneva

Primorskaya State Academy of Agriculture, Ussuriysk

Abstract. Manchurian fir is one of the most beautiful conifer species recommended for landscape gardening in the south of the Russian Far East, it exhibit the original habits, good reproductive performance, fast growing, high decorative look and good resistance to insects and diseases.

Key words: Manchurian fir, perspectives in landscape gardening.

Гриднев Александр Николаевич

*Приморская государственная сельскохозяйственная академия, Институт лесного хозяйства
692510, Приморский край, г. Уссурийск,
просп. Блюхера, 44*

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

тел./факс: 8(4234) 26–07–03

E-mail: forest@primacad.ru

Gridnev Aleksandr Nikolaevitch

*Forestry Institute of Primorskaya State Academy of
Agriculture
44 Bluher Av., Ussuriysk, Primorsky region,
692510*

Ph. D. of Agriculture, ass. prof.

phone/fax: 8(4234) 26–07–03

E-mail: forest@primacad.ru

Гуков Геннадий Викторович

*Приморская государственная сельскохозяйственная академия, Институт лесного хозяйства
692510, Приморский край, г. Уссурийск,
просп. Блюхера, 44*

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

тел./факс: 8(4234) 26–07–03

E-mail: forest@primacad.ru

Gukov Genadiy Viktorovitch

*Forestry Institute of Primorskaya State Academy of
Agriculture
44 Bluher Av., Ussuriysk, Primorsky region,
692510*

D. Sc. in Agriculture, Prof.

phone/fax: 8(4234) 26–07–03

E-mail: forest@primacad.ru

Гриднева Наталья Владимировна

*Приморская государственная сельскохозяйственная академия, Институт лесного хозяйства
692510, Приморский край, г. Уссурийск,
просп. Блюхера, 44*

кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель

тел./факс: 8(4234) 26–07–03

E-mail: forest @ primacad.ru

Gridneva Natalya Vladimirovna

*Forestry Institute of Primorskaya State Academy of
Agriculture
44 Bluher Av., Ussuriysk, Primorsky region,
692510*

Ph. D. of Agriculture, senior lecturer

phone/fax: 8(4234) 26–07–03

E-mail: forest @ primacad.ru



УДК 58.087+581.6

Интродукционная устойчивость растений как основа для разработки ассортимента для озеленения населённых пунктов Центральной Якутии

Н. С. Данилова, Т. Ю. Рогожина, А. Ю. Романова, С. З. Борисова,
Н. С. Иванова

Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Амосова, г. Якутск
E-mail: dan@sitc.ru

Аннотация. Климатические условия Якутии затрудняют обогащение культурной флоры региона. На основе шкал оценки интродукции древесных и травянистых растений, модифицированных авторами, выделены перспективные для выращивания в условиях Центральной Якутии декоративные растения. Разработанные модели оптимальных интродуцентов способствуют сокращению поиска устойчивых растений.

Ключевые слова: декоративные растения, интродукционная устойчивость, шкала оценки, модель интродуцента, ассортимент.

Изучение декоративных растений – одно из первых и основных направлений интродукционной науки в Якутии, которое не теряет своей актуальности и в современный период. Изучение интродукционной устойчивости декоративных растений, разработка ассортимента древесных и травянистых многолетников для озеленения населённых пунктов криолитозоны – одно из главных направлений исследований Ботанического сада Северо-Восточного федерального университета. Начало этому направлению было заложено в середине XX-го в. с созданием в 1959 г. Чучур-Муранской опытной биологической станции ЯФ СО АН СССР.

Якутия – территория с крайне суровыми природными условиями, которые ограничивают использование многих садовых форм и видов инорайонных декоративных древесных и травянистых растений. Годовые амплитуды температуры воздуха Якутии не имеют аналогов, наибольшие значения отмечаются во внутренних частях территории. Зима здесь характеризуется как чрезвычайно суровая – минимальные температуры в январе по 62-й параллели в г. Якутске составляют -64°C , максимальные летние температуры достигают величин, уникальных на данных широтах Евразийского континента ($+38^{\circ}\text{C}$), т. е. размах абсолютных минимальных и максимальных температур составляет 102°C . Количество выпадающих осадков и их распределение как в пространстве, так и во времени находится в

тесной связи с географическим положением и атмосферными процессами, протекающими над территорией Якутии (обусловленными значительным удалением и защищённостью территории от Атлантического и Тихого океанов), а также сложностью рельефов. Наибольшее количество осадков выпадает на Алданском нагорье (до 500 мм), но большая часть Якутии по количеству осадков (140–180 мм) приближена к степным и полупустынным районам Средней Азии. Распределение осадков во времени неравномерно, годовой ход характеризуется летним максимумом и сухой зимой [4].

Важнейшими факторами развития и роста растений является солнечное освещение и радиация. Совместное влияние длинного дня и повышенных температур обуславливает сокращение в Якутии вегетационного периода сельскохозяйственных культур на 8–10 дней по сравнению с широтой 55° [16].

Одной из природных особенностей Якутии являются многолетнемерзлые грунты: влияние мерзлоты на рост и развитие растений неоднозначно. С одной стороны, многолетняя мерзлота, верхняя кровля которой располагается на глубине 1,5–3,5 м, представляет собой водонепроницаемый пласт и, изолируя грунтовые воды, ограничивает кругооборот влаги и солей сезонно-талым слоем почвы. Кроме того, она является мощным естественным консервантом влаги, что, несомненно, является положитель-

ным природным фактором. С другой стороны, почвы Якутии – самые холодные, мерзлота является постоянным источником низких температур в верхних слоях почвы, особенно весной и в начале лета, что отрицательно сказывается на интенсивности почвообразовательных процессов и продуктивности растений [13; 15].

Хотя эти условия являются значительным препятствием в обогащении культурной флоры Якутии, всё же здесь накоплен значительный опыт интродукции инорайонных сортов и видов декоративных растений. Инструментом для прогнозирования успешного введения в культуру растений является предварительная оценка их интродукционных возможностей.

При подборе декоративных древесных растений нами используется известная шкала оценки перспективности интродукции древесных растений П. И. Лапина и С. В. Сидневой [9], которая рассчитана на районы, где зима лимитирует возможности интродукции древесных растений. Поэтому ведущим критерием является зимостойкость растений; кроме того, растения оцениваются по таким показателям, как степень ежегодного вызревания побегов, сохранение в культуре исходного габитуса растения, способность к побегообразованию, регулярность прироста побега, способность к генеративному развитию и возможные способы размножения в культуре. Однако поскольку интродукция деревьев и кустарников в Якутии проводится в основном для целей декоративного садоводства, мы сочли необходимым ввести дополнительный показатель – степень устойчивости растений к болезням и вредителям [12]. На основании оценки перспективности по вышеуказанным показателям выделены 6 групп интродуцентов от вполне перспективных и перспективных до абсолютно непригодных для интродукции в Центральной Якутии.

Способность растений выдерживать суровые климатические условия Якутии тесно связана с типом приспособительной структуры растений. Биологический анализ дендрофлоры Якутии свидетельствует, что преобладающей жизненной формой являются кустарники и полукустарники. Многолетние интродукционные исследования древесных растений показали, что эти жизненные формы являются более пластичными при переселении в Центральную Якутию. Растения неодинаково реагируют на действие низких зимних температур. Деревья, как более консервативная жизненная форма,

более подвержены вымерзанию и часто погибают, иногда они меняют изначально присущий им габитус, превращаясь в кустарник. Также очень редко могут менять свой облик кустарники, обретая черты полукустарника или даже многолетнего травянистого растения – ежегодно вымерзающие побеги замещаются новыми. Проанализирована интродукционная устойчивость растений относительно с ритмом их фенологического развития, установлено, что постепенное приближение ритмов развития инорайонных растений к местным повышает их интродукционные возможности в условиях Якутии.

На основе анализа интродукционной устойчивости большого количества материала предложена модель устойчивого в условиях Центральной Якутии древесного интродуцента. Это кустарник, светолюбивый, засухоустойчивый мезофит, мезотроф; происхождение – Якутия, Сибирь, Дальний Восток и Восточная Азия.

С использованием этой модели разработан ассортимент декоративных древесных растений для зелёного строительства Якутии, который подразделён на три категории – основной, дополнительный и ограниченный.

Значительную часть основного ассортимента составляет группа вполне перспективных древесных растений, наиболее приближенных к модели устойчивого интродуцента: деревья и кустарники, успешно прошедшие многолетние испытания в урбаноосреде и которые можно рекомендовать для широкого использования в озеленении городов и посёлков. Это, как правило, растения природной флоры Якутии, хорошо адаптированные к Северу, малотребовательные к условиям среды. Но, учитывая повсеместное распространение в г. Якутске засоленных, загрязнённых и заболоченных почв, использовать эти виды в озеленении следует с соответствующей подготовкой посадочных мест. Хотя растения основного ассортимента могут произрастать на относительно бедных, они весьма отзывчивы на плодородные, ухоженные почвы. Технологии выращивания и размножения растений основного ассортимента (*Padus avium* Mill., *Sorbus sibirica* Hedl., *Caragana arborescens* Lam. и др.) в деталях разработаны, саженцы в большом количестве без осложнений можно выращивать в питомниках.

Дополнительный ассортимент составляют растения группы перспективных: виды, прошедшие многолетние испытания в ботаниче-

ском саду и успешно выращиваемые на приусадебных участках. Это наиболее многочисленная группа, включающая как местные растения, так и сорта и виды, привлеченные из других регионов. Виды дополнительного ассортимента испытываются на экспериментальных участках г. Якутска и благодаря своей зимостойкости, быстрому росту и высокой декоративности могут украсить городские скверы, но при условии постоянного внимательного ухода. Технологии выращивания и размножения растений дополнительного ассортимента также разработаны, посадочный материал несложно вырастить в специализированных питомниках. Успешно адаптировались в скверах и дворах Якутска такие виды дополнительного ассортимента, как *Crataegus maximowiczii* Schneid., *Malus baccata* (L.) Borkh., *Rosa rugosa* Thunb. и др.

Древесные растения, включенные в ограниченный ассортимент, менее устойчивы. Как правило, они не переносят засоления, предпочитают плодородные увлажненные почвы, хорошо прогреваемые солнечные места. В этот список входят в основном инорайонные сорта и виды, а также растения природной флоры Якутии, выращивание которых в городских условиях в силу различных причин затруднено. У инорайонных видов наблюдается обмерзание одно-, двухлетних побегов, в связи с чем кусты следует ежегодно формировать обрезкой. Эти виды рекомендуется выращивать на приусадебных участках и накапливать опыт их выращивания в условиях городской среды. Ограниченный ассортимент, как правило, составляют перспективные и менее перспективные растения. При этом надо отметить, что границы категорий вполне лабильны и со временем виды могут повышать степень своей перспективности. Как пример можно привести редкий вид Якутии, эндем Алданского нагорья *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* Pojark., один из красивейших видов местной флоры. В течение многих лет попытки его интродукции заканчивались неудачей, но к настоящему времени успешно разработаны технологии семенного размножения и выращивания вида в Центральной Якутии, имеется первый опыт успешного использования в озеленении г. Якутска. Это позволит уже в скором времени переместить *S. pozdnjakovii* в дополнительный или даже основной ассортимент декоративных растений. Постепенно вводятся в городское озеленение и другие виды этого ассортимента: *Syringa josikaea* Jacq. fil., *Berberis amurensis* Maxim. и др.

Разнообразные виды из дополнительного и ограниченного ассортиментов широко выращиваются на многочисленных дачных участках якутян и жителей различных районов республики.

Климатические условия Якутии ограничивают использование не только древесных растений, но и многообразии инорайонных видов и сортов декоративных многолетников. Между тем природная флора Якутии – богатейший источник не только устойчивых к условиям Севера растений, но и кладезь разнообразного декоративного материала, обладающего широким диапазоном экологических свойств. Здесь много засухоустойчивых растений, но произрастают и влаголюбивые, большая часть растений предпочитает открытые солнечные места, но встречаются теневыносливые и тенелюбивые, особую группу составляют солеустойчивые виды и т. д. Это даёт возможность использовать их в самых разных условиях и в различных типах декоративных посадок. Это крупномерные травы, красивоцветущие, декоративнолиственные, почвопокровные растения, суккуленты и пр.

В действующем ассортименте декоративных травянистых растений для посёлков и городов Якутии, включающем в основном декоративные однолетники, особенно заметно отсутствие раноцветущих (май – начало июня) и цветущих в первой половине лета (июнь – начало июля) растений, в то время как природная флора располагает ими в достаточном количестве и разнообразии.

Одновременно с введением в культуру местных декоративных многолетних травянистых растений нами проводится интродукционный эксперимент по переселению в Центральную Якутию многолетников из других регионов России с тем, чтобы обогатить культурную декоративную флору Якутии. Из испытанных 676 таксонов инорайонных видов и сортов 456 не выдержали якутской зимы и погибли в течение первой перезимовки, однако, несмотря на это, процесс переселения травянистых многолетников из других регионов продолжается в течение десятилетий.

Для оценки интродукционных возможностей декоративных травянистых многолетников в Центральной Якутии нами модифицирована шкала В. Н. Былова и Р. А. Карпионовой [2]. Перенос растений в суровые климатические условия сопряжен со многими трудностями, в первую очередь из-за холодной, продолжительной зимы. В вышеупомянутой сис-

теме оценки интродукционной устойчивости авторами не рассматривается зимостойкость растений в связи с сохранением декоративности, что, на наш взгляд, очень важно для цветоводства [10]. Оценка интродуцентов проводится по 4 показателям: степень сохранения декоративности после перезимовки; полнота прохождения фенологических фаз; способность растений к самовозобновлению; повреждаемость вредителями и болезнями. Суммирование баллов по показателям позволяет выделить 5 групп: перспективные в культуре растения, среднеперспективные, малоперспективные, неперспективные и абсолютно непригодные для интродукции в Центральной Якутии.

На основе интродукционного испытания многолетников нами разработана оптимальная модель декоративного многолетника для Центральной Якутии, которая выглядит следующим образом: длительновегетирующий, часто зимне-зелёный, ползучий, коротко- или длиннокорневищный, рано отрастающий и рано цветущий вид: *Convallaria majalis* L.; *Iris setosa* Pall.; *I. scariosa* Willd. ex Link; *Dianthus deltooides* L.; *Gypsophila sambukii* Schischk.; *Callianthemum sajanensis* (Regel) Witasek; *Clausia aprica* (Steph.) Korn.-Tr.; *Sedum hybridum* L.; *S. kamtschaticum* Fisch.; *S. middendorffianum* Maxim.; *Geranium pratense* L.; *Eryngium planum* L.; *Dracocephalum nutans* L.; *D. palmatum* Steph.; *D. stellerianum* Hiltenbr. и др.

Зимостойкость многолетников, как и древесных растений, также связана с жизненной формой. В отличие от древесных, спектр приспособительных типов травянистых растений более широк. Зимующие почки у них могут развиваться на разных уровнях: как в почве (коротkokорневищный *Chelidonium majus* L., длиннокорневищный *Anemone sylvestris* L., луковичные – виды родов *Allium* и *Lilium*), так на её поверхности и выше (стержнекорневой *Alyssum lenense* Adams, ползучие и столонообразующие *Thymus sibiricus* (Serg.) Klokov et Shost, *Fragaria orientalis* Losinsk., кистекорневые – виды рода *Aquilegia*). Соответственно расположению, почки у разных видов находятся в различных температурных условиях. Так, в январе средняя температура поверхности почвы составляет -43°C , на глубине 20 см $-19,2$ [7]. Но вместе с этим, многие ползучие, длиннокорневищные и коротkokорневищные растения развивают зимующие розеточные листья, которые, защищая почки возобновления от холода, обеспечивают благополучную перезимовку.

Большое значение для перезимовки травянистых растений, особенно ползучих и кистекорневых, имеет высота снежного покрова. На теплоизолирующее влияние снега для перезимовки декоративных многолетников указывают многие авторы [5; 11; 14 и др.]. И. В. Верещагина [3] указывает оптимальную для благополучной перезимовки растений в Алтайском крае в умеренно холодные зимы высоту снежного покрова в январе до 70 см. По данным «Агроклиматического справочника» [1] в г. Якутске в январе высота снежного покрова составляет всего 27 см. Но даже такой небольшой слой снега оказывает заметное утепляющее действие – на поверхности почвы температура на $14\text{--}20^{\circ}\text{C}$ выше, чем на поверхности снега мощностью 20–25 см [4]. Благодаря такой теплозащитной роли снега становится возможной перезимовка ряда инорайонных растений в экстремальных условиях Центральной Якутии.

Значительную роль в успешности интродукционного процесса играет экологическая приуроченность растений. Ранее нами были показаны низкие интродукционные возможности лесных и тундровых видов при переселении их в Центральную Якутию [6]. Низкая перспективность кустарничков, на наш взгляд, объясняется именно этим. Испытанные кустарнички – преимущественно растения тёмнохвойной тайги или тундровые виды. Условия питомников, которые, как правило, располагаются на открытых местах, где ранее была развита степная или луговая растительность, не соответствуют экологической природе этих видов. Соответственно, оптимум в таких условиях находят луговые, степные, лесостепные и, отчасти, лесные виды.

В силу короткого вегетационного периода одним из условий успешности интродукционного процесса является раннее и быстрое фенологическое развитие интродуцентов. Немаловажен в этом отношении и феноритмотип. Анализ сроков возобновления, нарастания, генеративного состояния и отмирания побегов показал, что часто успешность интродукции обеспечивается длительной вегетацией растений в сочетании с ранним цветением и плодоношением. Во флоре Якутии весьма распространено явление зимнезелёности листьев, т. е. их сохранение в течение всего зимнего периода. Зимнезелёность рассматривают как приспособительный признак к условиям короткого вегетационного периода. Благодаря зимующим зелёным листьям удлиняется срок

ассимиляции за счёт ранневесенних и позднелетних периодов.

Разработанный на основе оценки интродукционных возможностей растений ассортимент декоративных многолетников подразделён на основной и дополнительный. Основной ассортимент включает виды, предлагаемые для благоустройства городских территорий (108 видов). Костяк этой категории составляют виды группы перспективных, большая часть которых являются растениями местной флоры, но достаточно среди них и инорайонных. Дополнительный ассортимент предложен в основном для дачного озеленения (42 вида), большей частью это среднеперспективные растения, переселённые из других регионов и требующие более внимательного ухода.

В составе разработанного ассортимента декоративных растений заметное место занимают охраняемые виды, занесённые в «Красную книгу Республики Саха (Якутия)» [8]. Введение в практику озеленения таких видов, как *Heimerocallis minor* Mill., *Lilium pensylvanicum* Ker.-Gawl., *Iris laevigata* Fisch. et C.A. Mey., *Viola dactyloides* Schult. и многих других одновременно могло бы служить и действенным мероприятием по охране и воспроизводству, снижая антропогенную нагрузку на их природные популяции.

Руководствуясь моделями оптимального интродуктента, учитывая показатель перспективности вида при его интродукции в г. Якутске, можно оптимизировать процесс подбора декоративных растений для использования их в озеленении.

Работа выполнена при поддержке ФЦП (проект 14.740.11.0636) и Программы развития СВФУ.

Литература

1. Агrometeorологический справочник по Якутской АССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1963. – 146 с.
2. Былов В. Н. Принципы создания и изучения коллекции малораспространенных декоративных многолетников / В. Н. Былов, Р. А. Карпионова // Бюл. ГБС. – 1978. – Вып. 107. – С. 77–82.

3. Верещагина И. В. Перезимовка декоративных многолетников в Алтайском крае / И. В. Верещагина. – Новосибирск: РАСХН, Сиб. отд-ние, НИИСС им. М. А. Лисавенко, 1996. – 170 с.

4. Гаврилова М. К. Климат Центральной Якутии / М. К. Гаврилова. – Якутск: Якут. кн. изд-во, 1973. – 120 с.

5. Гаганов П. Г. О выращивании многолетних флоксов в Сибири и на Дальнем Востоке / П. Г. Гаганов // Бюл. ГБС. – 1973. – Вып. 89. – С. 84–90

6. Данилова Н. С. Основные закономерности интродукции травянистых растений местной флоры в Центральной Якутии / Н. С. Данилова // Бюл. ГБС. – 2000. – Вып. 179. – С. 3–8.

7. Климат Якутска. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 245 с.

8. Красная книга Республики Саха (Якутия). Т. 1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов / М-во охраны природы РС (Я), Департамент биол. ресурсов. – Якутск: НИПК «Сахаполиграфиздат», 2000. – 256 с.

9. Лапин П. И. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений / П. И. Лапин, С. В. Сиднева // Опыт интродукции растений. – М.: Изд-во ГБС АН СССР, 1973. – С. 7–67.

10. Рогожина Т. Ю. Перспективы интродукции декоративных многолетников в Центральной Якутии: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Т. Ю. Рогожина. – Якутск, 2005. – 19 с.

11. Родченко О. П. Влияние снежного покрова различной глубины на перезимовку клевера и люцерны в Восточной Сибири / О. П. Родченко // Тр. Вост.-Сиб. фил. Сиб. отд-ния АН СССР. – Благовещенск, 1960. – Вып. 20. – С. 23–27.

12. Романова А. Ю. Обогащение культурной дендрофлоры Якутии: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А. Ю. Романова. – М., 2001. – 19 с.

13. Саввинов Д. Д. Гидротермический режим почв в зоне многолетней мерзлоты / Д. Д. Саввинов. – Новосибирск: Наука, 1976. – 254 с.

14. Скрипченко А. Ф. Применение зимних укрытий для декоративных многолетников / А. Ф. Скрипченко // Бюл. ГБС, 1973. – Вып. 90. – С. 67.

15. Цыпленкин Е. И. Вечная мерзлота и её агрономическое значение / Е. И. Цыпленкин // Тр. Ин-та мерзлотоведения АН СССР. – Л.: Изд-во АН СССР, 1944. – Т. IV. – С. 230–255.

16. Шашко Д. И. Климатические условия земледелия Центральной Якутии (с вопросами методики сельскохозяйственной оценки климата) / Д. И. Шашко. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 264 с.

Introduction stability of plants is a basic of working out of ornamental plants assortment for towns of the Central Yakutia

N. S. Danilova, T. Y. Rogozhina, A. Y. Romanova, S. Z. Borisova, N. S. Ivanova, M. K. Ammosov

North-Eastern Federal University, Yakutsk

Abstract. The severe climate of Yakutia hinders an enrichment of flora of ornamental crops. The estimation scale of R.I. Lapin and S.N. Sidneva and the scale of V.N. Bylov and R.A. Karpysionova has been modified by authors. On the basis of this scales the perspective plants for Yakutia are allocated. The model helps to optimize the search of steady plants.

Key words: ornamental plants, introduction stability, an estimation scale, model of introducing plant, assortment

Данилова Надежда Софроновна
Северо-Восточный федеральный университет
им. М. К. Амосова
677000, г. Якутск, ул. Кулаковского, 48
доктор биологических наук, профессор
тел.: 8-411-249-68-43
E-mail: dan@sitc.ru

Danilova Nadezhda Sofronovna
M. K. Ammosov North-Eastern Federal University
48 Kulakovskogo St., Yakutsk, 677000
D. Sc. in Biology, prof.
phone 8-411-249-68-43
E-mail: dan@sitc.ru

Рогожина Татьяна Юрьевна
Северо-Восточный федеральный университет
им. М. К. Амосова
677000, г. Якутск, ул. Кулаковского, 48
кандидат биологических наук
тел.: 8-411-249-68-43
E-mail: botsad_nefu@mail.ru

Rogozhina Tat'yana Yurievna
M. K. Ammosov North-Eastern Federal University
48 Kulakovskogo St., Yakutsk, 677000
Ph. D. of Biology
phone 8-411-249-68-43
E-mail: botsad_nefu@mail.ru

Романова Аида Юрьевна
Северо-Восточный федеральный университет
им. М. К. Амосова
677000, г. Якутск, ул. Кулаковского, 48
кандидат биологических наук, начальник отдела
дендрологии
тел.: 8-411-249-68-43
E-mail: botsad_nefu@mail.ru

Romanova Aida Yurievna
M. K. Ammosov North-Eastern Federal University
48 Kulakovskogo St., Yakutsk, 677000
Ph. D. of Biology, Head of the Department of
Dendrology
phone 8-411-249-68-43
E-mail: botsad_nefu@mail.ru

Борисова Саргылана Захаровна
Северо-Восточный федеральный университет
им. М. К. Амосова
677000, г. Якутск, ул. Кулаковского, 48
кандидат биологических наук, руководитель отдела
природной флоры Якутии
тел.: 8-411-249-68-43
E-mail: botsad_nefu@mail.ru

Borisova Sargylana Zaharovna
M. K. Ammosov North-Eastern Federal University
48 Kulakovskogo St., Yakutsk, 677000
Ph. D. of Biology, Head of the Department of Natural
Flora of Yakutia
phone 8-411-249-68-43
E-mail: botsad_nefu@mail.ru

Иванова Наталья Сергеевна
Северо-Восточный федеральный университет им.
М. К. Амосова
677000, г. Якутск, ул. Кулаковского, 48
кандидат биологических наук, начальник отдела
природной флоры Якутии
тел.: 8-411-249-68-43
E-mail: botsad_nefu@mail.ru

Ivanova Natalya Sergeevna
M. K. Ammosov North-Eastern Federal University
48 Kulakovskogo St., Yakutsk, 677000
Ph. D. of Biology, Head of the Department of Natural
Flora of Yakutia
phone 8-411-249-68-43
E-mail: botsad_nefu@mail.ru



УДК 58.01/07 581.5

Проблемы совершенствования современного ассортимента древесных растений в городских зелёных насаждениях Санкт-Петербурга

А. А. Егоров¹, Г. А. Фирсов², И. В. Фадеева¹, В. В. Бялт², Л. В. Орлова²,
А. В. Волчанская²

¹Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург;

²Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург

E-mail: egorovfta@yandex.ru

Аннотация. Приводится обзор основных вопросов и проблем, связанных с учётом и улучшением существующего ассортимента древесных растений Санкт-Петербурга, среди которых ошибочность определения таксонов; использование синонимов, устаревших и неправильных названий; появление межвидовых гибридов, необходимость проведения исследований экологических свойств растений для целей озеленения. Отмечено влияние на растения неблагоприятных экологических факторов города. Отмечена важность разработки нового устойчивого и декоративного ассортимента в связи с современным изменением климата (в том числе появлением зим с оттепелями); распространением голландской болезни язвов и возможным появлением других болезней и вредителей. Необходим анализ и обобщение опыта ботанических садов Северо-Запада России и соседних скандинавских стран.

Ключевые слова: древесные растения, зелёные насаждения Санкт-Петербурга, устойчивый ассортимент, экологические факторы, опыт озеленения.

Среди городов России Санкт-Петербург известен как один из крупнейших центров интродукции древесных растений и развития ландшафтного искусства. Здесь работали такие известные ландшафтные архитекторы, садоводы и дендрологи, как Ф. Б. Фишер, Р. И. Шредер, Э. Л. Регель, Э. Л. Вольф, Т. Б. Дубяго и др. Широкому использованию в озеленении богатейших флористических возможностей России и зарубежных стран способствовала успешная интродукционная работа ботанического сада Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (БИН) – с 1714 г., и арборетума Санкт-Петербургской лесотехнической академии (СПбЛТА) – с 1833 г. В ботаническом саду БИН внимание уделялось разным группам растений: не только древесным, но и травянистым, лекарственным, пищевым, техническим культурам. В СПбЛТА предпочтение отдавалось лесным древесным породам и декоративным деревьям и кустарникам.

Согласно литературным данным на 1990-е гг. [3; 5; 6], в городских насаждениях Санкт-Петербурга известно 390 видов, форм и культиваров, относящихся к 101 роду и 41 семейству, в т. ч. хвойные представлены 39 таксонами и культиварами из 3 семейств и 9 родов. Обзор современных литературных данных [18] показал, что в городе зарегистрированы 403

вида, форм и культиваров, относящиеся к 43 семействам и 104 родам, включая 45 таксонов хвойных из трёх семейств, десяти родов. По числу родов и видов лидирует сем. Rosaceae (23 и 125 соответственно), из хвойных преобладает род *Pinus* (9 таксонов), из лиственных – роды *Salix* (28 таксонов), *Rosa* (26 таксонов), *Crataegus* (24 таксона), *Acer* и *Spiraea* (по 18 таксонов), *Populus* (17 таксонов), *Lonicera* (14 таксонов), *Philadelphus* (10 таксонов). При этом большое значение имеет количественное участие в ассортименте. Н. Е. Булыгин с соавторами [40] выделяли 3 группы – единичного (Ед), ограниченного (Ог) и широкого (Ш) распространения древесных растений в озеленении. Санкт-Петербург – прежде всего город липы (5 видов, с преобладанием местной *Tilia cordata* L. и гибрида – *T. x europaea* L.), клёна (местный вид *Acer platanoides* L.), берёзы (8 таксонов с преобладанием местного вида *Betula pendula* Roth), тополя (17 таксонов с преобладанием таких *Populus x berolinensis* и *P. balsamifera* L.). Большинство видов и форм относятся к таксонам, встречающимся единично (а некоторые лишь однажды были упомянуты в литературе). Из многочисленных видов ив (*Salix*) большинство относятся к видам аборигенной флоры. Это самый большой род в местной дендрофлоре, насчитывающий 20 видов [35].

Ивы, как пионерные растения, заселяют пустыри, свалки, карьеры и районы новостроек. Однако они, как правило, не выращиваются в питомниках Ленинградской области и гораздо реже используются в качестве объектов садово-паркового строительства. Некоторые местные виды ив (*S. caprea* L., *S. viminalis* L., *S. fragilis* L.) городские жители иногда высаживают у своих домов.

В целом, по современным данным [35], на территории Северо-Запада европейской части России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области) произрастают около 100 аборигенных видов деревьев, кустарников, полукустарников, кустарничков, полукустарничков и лиан. Некоторые из них очень редки и не используются в озеленении: *Helianthemum chamaecistus* Mill., *Cotoneaster scandinavicus* Hylmo, *Empetrum hermaphroditum* (Lange) Hagerup, *Empetrum subholarcticum* V. Vassil., *Eunonymus verrucosus* Scop., *Salix hastata* L., *S. rossica* Nas., *S. xerophila* Flod., *Sorbus sibirica* Hedl., *Thymus pycnotrichus* (Uechtr.) Ronniger, *Thymus subarcticus* Klok. Однако подавляющее большинство аборигенных видов можно встретить в садах и парках Санкт-Петербурга, иногда они создают ландшафтные аспекты города. Многие из них отмечены в списке флоры Центрального парка культуры и отдыха на Елагином острове, составленном Н. Н. Цвелевым [36]. Такие виды, как *Linnaea borealis* L., *Andromeda polifolia* L. и др. на городской территории (1900 км²) представлены лишь в сохранившихся природных комплексах, в специфических местообитаниях (прибрежно-болотистые участки и сохранившиеся лесные массивы), либо в периферийной части города [2; 5; 7; 9; 19].

Следует отметить, что несколько видов древесных растений не культивируются и не являются местными для Санкт-Петербурга, но встречаются как заносные вдоль железной дороги, на пустырях и мусорных отвалах. Так, *Schistophyllidium bifurcum* (L.) Ikonn. упоминается как адвентивный вид: он был найден между пос. Ваганово и Кокорево, у ст. Вырица и у ст. Александровская [35]. *Genista tinctoria* L. приводится как заносный вид в окр. г. Зеленогорска, Санкт-Петербурга, ст. Мга и Старого Петергофа [35].

По-видимому, некоторые таксоны, отмеченные ранее, давно отсутствуют в дендрофлоре города, либо вообще приводились ошибочно (*Acer heldreichii* Boiss. et Heldr., *Weigela floribunda* С. А. Мей). Иногда мы имеем дело с

разным пониманием объема таксонов и наличием синонимичных названий (например, будучи синонимами, по отдельности приводились *Ribes alpinum* L. и *R. lucidum* Kit., *Elaeagnus argentea* Pursh и *E. commutata* Bernh. ex Rydb.). В 1970-е годы прошлого века, когда из возглавляемого Н. Е. Булыгиным дендрария СПбЛТА разным учреждениям и озеленительным организациям города отпускались деревья и кустарники из питомника, в город могли попасть такие виды, как *Acer mandshuricum* Maxim. и *A. pseudosieboldianum* Kom. [26; 27]. Дальнейшая судьба таких деревьев остаётся неизвестной, однако эти названия до сих пор фигурируют в литературе по ассортименту зелёных насаждений Санкт-Петербурга.

Итоги проводимой сотрудниками БИН и ЛТА в течение 2002–2010 гг. активной работы по уточнению таксономического состава садов и парков города [9; 12; 13; 18; 20; 28; 31; 32] позволили внести существенные дополнения к сведениям о современном ассортименте.

Проводимые с 2005 г. Л. В. Орловой, В. В. Бялтом и А. А. Егоровым обследования посадок видов рода *Larix* в парках и в придорожных насаждениях Санкт-Петербурга показали наличие следующих видов – *L. kaempferi* (Lamb.) Carr., *L. occidentalis* Nutt., *L. principis-rupprechtii* Mayr, подвида *L. decidua* Mill. subsp. *polonica* (Racib. ex Woycicky) Domin, и разнообразных гибридов, например: *L. archangelica* Laws. x *L. dahurica* Laws., *L. archangelica* x *L. decidua* и др. [18]. К появлению новых, ранее не описанных межвидовых гибридов приводит совместное произрастание близкородственных видов в питомниках Ленинграда и области, из которых ранее интенсивно пополнялись зелёные насаждения города. Вопрос о наличии и встречаемости многих таких таксонов можно будет решить лишь после полного обследования садов и парков города, которое в настоящее время проводится авторами (уже обследованы около 60 городских парков, садов и крупных скверов).

Подавляющее большинство видов современной дендрофлоры г. Санкт-Петербурга составляют виды флоры России и бывшего СССР. Кроме того, довольно много американских видов, единично представлены растения зарубежной Азии и Европы. Однако далеко не все они имеют в городе сколько-нибудь заметную ландшафтную роль, зачастую встречаясь лишь в некоторых местах и отдельными особями.

В Санкт-Петербурге, как и в других крупных городах, остро стоит проблема дифференцированного использования древесных растений различных экологических свойств в зависимости от экологической специфики объектов озеленения (микроклимата, техногенной загрязненности, эдафических условий, рекреационной нагрузки). Системный подход к решению этой проблемы предопределяет необходимость организации комплексных эколого-дендрологических исследований и разработки соответствующих практических рекомендаций по эколого-дендрологическому районированию города, учитывая и современное потепление климата.

В связи с последним в Санкт-Петербурге в последние годы в более ранние сроки стали наступать весенне-летние подсезоны и феноэтапы года. Если ранее (1951–1980 гг.) фенологическая зима была в городе самым длительным сезоном года (35 % календарного года или 126 суток), то ныне она сократилась в среднем до 28 % календарного года. Продолжительность же других сезонов, особенно фенологической весны и лета увеличилась [33].

В настоящее время в связи с тенденцией к потеплению климата в Санкт-Петербурге значительно расширился видовой состав интродуцентов. Теперь здесь способны расти теплолюбивые виды, которые ранее вымерзали. Так, в открытом грунте уже культивируются деревья и кустарники из Новой Зеландии и Южной Америки (виды рода *Hebe* и др.), чего не отмечалось ранее.

Это обусловлено тем, что в Санкт-Петербурге в последнее 30-летие заметно увеличилось число тёплых зим. Если во второй половине XX в. аномально суровые зимы повторялись в среднем раз в 8–13 лет (1955/56, 1978/79, 1986/87 гг.), то после 1987 г. подобные зимы практически не отмечены. Увеличение продолжительности вегетационного сезона во второй половине XX в. оказалось полезным для многих интродуцированных деревьев. Однако при возрастании зимних температур заметно увеличилось число и продолжительность зимних оттепелей, что неблагоприятно сказалось на состоянии ряда видов [23]. Во время таких оттепелей тает снег, который служит мощным защитным фактором и предохраняет корневую систему от вымерзания. Кроме того, у многих видов с короткой продолжительностью глубокого покоя при оттепелях во второй половине зимы начинаются ростовые процессы и набухание почек. При

последующем возврате даже небольших холодов такие растения могут значительно обмерзнуть.

Экологическая неоднородность в городе связана с разными факторами, в т. ч. с различной теплообеспеченностью районов, степенью их промышленного загрязнения, влиянием автотрасс на прилегающие зелёные насаждения, уплотнением почвы в результате антропогенной нагрузки.

Центральная часть Санкт-Петербурга относится к наиболее теплообеспеченным районам, что позволяет использовать для создания зелёных насаждений более богатый ассортимент древесных растений, чем в северных районах города. Однако большим недостатком является периодическое отсутствие снежного покрова в центре города, когда растения могут обмерзнуть даже сильнее, чем это происходит за городом. Отмеченные в Экологическом атласе Санкт-Петербурга [38] различия между центром города и его окраинами достигали 1,2 °C по средним температурам января (соответственно –7,6 °C и –8,8 °C) и июля (соответственно 18,0 °C и 16,8 °C). Однако наблюдения Г. А. Фирсова и И. В. Фадеевой за дендрофеноиндикаторами, которые чутко реагируют на изменения количества тепла, позволили установить сокращение (к 2010 г.) на фоне современного потепления климата в варьировании теплообеспеченности различных районов Санкт-Петербурга. Следует заметить, что хотя микроклиматические различия по теплообеспеченности районов города в настоящее время сглаживаются, внутри них остаются отдельные более или менее разнородные участки. Так, зимой в интенсивно продуваемых зонах могут сильно повреждаться даже достаточно зимостойкие деревья и кустарники, включая виды местной флоры.

Центральная часть города более загрязнена промышленными выбросами и автомобильными выхлопами, что особенно заметно сказывается на состоянии растений, особенно хвойных. В центральной части крупных парков загрязнённость атмосферы и почвы значительно ниже, чем по их границам. Необходимо подчеркнуть, что общегородской проблемой является резко возросший в последние годы автомобильный парк и, соответственно, увеличившиеся объёмы выбросов выхлопных газов автомобилей. В связи с этим вдоль основных магистралей города древесные растения испытывают сильное неблагоприятное влияние вне зависимости от района.

Исследования, проведённые в 2008–2009 гг. под руководством А. А. Егорова [14; 17], показали, что на древесные растения в придорожных насаждениях города в первую очередь влияют отработанные газы и засоление почвы вследствие применения антигололёдных средств. Показано, что липа сердцелистная (*Tilia cordata* L.) из ведущего ассортимента, считавшаяся устойчивой к воздушному загрязнению, оказалась недостаточно газостойкой в экстремальных условиях, сложившихся в последние годы [14]. Это подтвердило результаты ранее проведённых исследований по газостойкости древесных растений [1]. Так, в 2010 г. сильно пострадали липы в Летнем саду, вдоль ограды Инженерного замка, в парке Декабристов на Васильевском острове и в других местах города. Эти насаждения состоят прежде всего из липы сердцелистной и обыкновенной, или европейской (*T. x vulgaris* Naupе, *T. x europaea* L.), у которых обмерзли и засохли скелетные ветви, преимущественно в нижней части кроны. При этом в большинстве случаев наиболее сильно пострадал крайний ряд деревьев, которые выходят к проезжей части. В то же время растения, которые в городской черте Санкт-Петербурга страдают от неблагоприятного воздействия автодорог, в первую очередь, от воздушного загрязнения, в пригородной зоне не испытывают сильных негативных влияний. При прочих равных условиях (сильный поток автотранспорта, своевременный уход, одинаковый возраст, увлажнение почвы и др.) в примагистральных насаждениях г. Петродворец и г. Пушкин окружающий воздух достаточно чист и поэтому, смешиваясь с выхлопами от автотранспорта, значительно понижает концентрацию загрязняющих воздух веществ в придорожных насаждениях [15; 17]. Поэтому в настоящее время для условий крупного города необходимо разработать эффективный дымо-газостойкий ассортимент пород древесных растений и впредь высаживать вдоль автомагистралей только их.

На устойчивость деревьев в городе влияет также уплотнение почвы из-за высокой антропогенной нагрузки. Следует также учитывать, что ряд видов древесных являются микоризными растениями. Для рододендронов, как и для многих других вересковых, кроме специальной почвы, необходим правильный полив в летний период, предотвращающий подсышку корневой системы.

Учитывая вышесказанное, можно отметить, что разработка ассортимента для целей

озеленения представляет собой сложную научно-проектную проблему, требует учёта данных длительных тщательных экспериментов и наблюдений.

При оценке перспективности растений для расширения городского ассортимента на первый план выступают такие их экологические свойства, как зимостойкость, (в т. ч. устойчивость к выпреванию, вымоканию) и к промышленным загрязнителям. Виды и формы, обладающие толерантностью по этим двум показателям, в первую очередь перспективны для ландшафтного озеленения. Кроме того, при современной климатической тенденции приобретут важное значение жаростойкость и засухоустойчивость во время вегетационного периода. Другими важными критериями являются их санитарно-гигиенические, эстетические свойства, экономичность выращивания и особенности содержания в культуре.

Оригинальные рекомендации авторов разрабатываются в условиях усиливающейся климатической тенденции в направлении потепления климата на Северо-Западе России и учётом периодически повторяющихся суровых зим. В перечень, составленный Г. А. Фирсовым и И. В. Фадеевой [30], входят 224 вида и формы древесных растений разных жизненных форм. Корректировка и дополнение списка перспективных для озеленения Санкт-Петербурга видов продолжают. Предлагаемые виды в первую очередь представляют интерес как зимостойкие, относительно чего получены надёжные данные многолетнего мониторинга в ботаническом саду БИН и других садах и парках города в разные биоклиматические циклы и в годы с разной метеорологической ситуацией. Особое внимание уделено тем из них, которые могут украшать городские сады, парки и улицы длительное время и в разные сезоны года.

В начале XXI в. в связи с потеплением климата отдельные рекомендованные ранее для Санкт-Петербурга виды стали менее устойчивыми. Они страдают от распространившихся в последнее время ранее не встречавшихся болезней и вредителей. Для ряда зимостойких видов последние тёплые зимы 2006/07 и 2007/08 гг. привели к выпреванию стволов у корневой шейки, а зачастую и к гибели растения. С недавнего времени в Санкт-Петербурге распространяется офиостомоз (голландская болезнь, графтиоз), поражающий ильмовые породы и вызываемый грибом *Grafitium ulmi* M. B. Schwarz. Активными переносчиками возбуди-

теля этой болезни являются вязовые заболонники (заболонник большой ильмовый (*Scolytus scolytus* (Fabricius)), заболонник струйчатый (*Scolytus multistriatus* Mars.), реже заболонник-пигмей (*Scolytus pygmaeus* (Fabricius)) (в Европе), американский ильмовый короед (*Hylurgopinus rufipes* (Eichhoff)) (в Америке). Могут участвовать в распространении и листогрызущие насекомые – ильмовый листоед (*Xanthogaleruca luteola* (Müller). French.) и др. [39]. Вероятно, в результате потепления климата, сместилась северная и восточная граница их ареалов. В Санкт-Петербурге первые очаги регистрируются с 1998 г., что привело к массовой гибели от офиостомоза в Санкт-Петербурге вязов разных видов и разного возраста [11; 10; 16; 25; 30; 37]. Сравнение данных за несколько лет в разных районах города позволяет сделать неутешительные выводы: количество поражённых голландской болезнью вязов увеличилось, например, в Василеостровском районе более чем на 60 % по сравнению с 2008 г. и на 2009 г. составило не менее 27 % от числа обследованных деревьев [16]. Происходит также увеличение площадей зон повышенной концентрации вязов, поражённых голландской болезнью.

В Москве бедствием становится влияние ясеневой изумрудной узкотелой златки (*Agrius planipennis* Fairmaire), что за несколько лет с момента её появления привело к массовому усыханию ясеней в Москве и Подмоскowie [21; 22]. До Санкт-Петербурга златка пока не дошла, в противном случае ряд культивируемых видов ясеня окажется под угрозой.

Для Санкт-Петербурга очень актуальным является постепенное качественное обогащение дендрофлоры, особенно в крупных садах, парках и лесопарках. Здесь в зелёных насаждениях к дефицитным растениям относятся вечнозелёные хвойные виды, лианы в вертикальном озеленении, красивоцветущие и декоративно-лиственные садовые формы и культивары. Нехватка последних особенно заметна при сравнении дендрофлоры Санкт-Петербурга с дендрофлорой городов соседних скандинавских стран [40]. К сожалению, на Северо-Западе России слабо используются в озеленении виды местной флоры [7], многие из них не принимают сколько-нибудь заметного участия в зелёном наряде городов, или вообще никак не используются. Среди них есть красивоцветущие, например: *Atragene speciosa* Weinm., редкие и исчезающие, например: *Myrica gale* L., занесённая в Красную книгу России [4].

Среди аборигенных видов можно выбрать достаточно разнообразные жизненные формы: от кустарничков до высоких деревьев, и подобрать для них подходящие места в посадках.

Среди проблем ландшафтного озеленения в Санкт-Петербурге следует отметить необходимость расширения ассортимента за счёт видов и форм, успешно прошедших испытания в ботанических садах региона (*Abies koreana* Wils., *Picea omorica* (Pancic) Purkyně и многие др.). Нужна реконструкция посадок многих скверов, бульваров, улиц и городских парков, включающая замену и удаление больных, потерявших декоративность, обмерзающих и представляющих угрозу деревьям. В то же время необходимым является сохранение старых и исторических деревьев. После Великой Отечественной войны в городе проводились интенсивные посадки быстрорастущих тополей (*Populus x berolinensis* (C. Roch) Dipp. и др.). Сейчас остро стоит необходимость реконструкции насаждений с их участием. Многие из них хорошо выполняли (и до сих пор выполняют) санитарно-гигиенические функции, но недолговечны, и, имея хрупкую древесину, могут представлять опасность при сильном ветре. Необходимо стремиться исключить утомительное однообразие малоценных пород с невысокими эстетическими свойствами, мало отличающихся друг от друга – чаще вводить красивоцветущие кустарники разных сроков цветения, а также хвойные и лианы. Для ряда рекомендуемых видов нужна разработка агротехники и создание технологических карт для выращивания в питомниках. Некоторые из них желательно перевести из единичного ассортимента в более широкий, для чего нужно проделать большую работу по их размножению. Необходимо более широкое распространение в культуре видов и культиваров, имеющих необычную форму кроны (*Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.), яркую осеннюю окраску листьев (*Acer pseudosieboldianum* (Pax) Kom., *Aronia arbutifolia* (L.) Pers.), длительный и перекрывающий друг друга период цветения (например, разные виды рододендронов, не менее 50 видов которых прекрасно растут в Санкт-Петербурге). При создании ландшафтных экспозиций нужно учитывать, каких размеров достигает тот или иной вид деревьев и кустарников в том или ином возрасте и во взрослом состоянии, и какого предельного возраста может достичь. Чтобы вырастить большое количество саженцев и быть уверенными в их будущей устойчивости, желательно

организовать выращивание растений из семян местной репродукции, что особенно актуально в последние годы.

С начала 1990-х гг. прошлого века в Санкт-Петербург стал поступать поток новых растений из западноевропейских питомников. Этому способствовали новые экономические условия и развитие частного бизнеса, когда владельцы гостиниц, кафе или ресторанов, без каких-либо согласований с Комитетом по благоустройству и дорожному хозяйству или с КГИОП закупают на свои средства деревья и кустарники разных видов и форм непосредственно из Голландии, Германии, Польши и других западноевропейских стран и высаживают их возле своих офисов и учреждений. Это делается без научного подхода к проблеме пополнения ассортимента, что зачастую приводит к пустой трате средств, так как нерайонированные растения массово погибают, и их приходится заменять новыми.

Тем временем большой потенциал для интродукции таит в себе российская флора. Имеются значительные резервы не только видов, но и форм. Так, в ботаническом саду БИН испытываются перспективные формы *Picea obovata* Ledeb., *Pinus pumila* Regel, *Juniperus davurica* Pall. с голубоватой окраской хвои, полученные из природных условий Сибири, Курильских островов и Приморского края.

Интродуцированные древесные растения в первую очередь используются в озеленении населённых пунктов, тогда как видовой ассортимент древесных растений, используемых в лесном хозяйстве, намного беднее [3]. Так, на Северо-Западе России представлены лесные культуры некоторых видов голосеменных растений (например, видов рода *Larix* в Линдуловской роще и др., некоторых видов сосен на Карельском перешейке и др.), однако практически отсутствуют лиственные. В последнее время приобрело значение создание «энергетических» плантаций древесных растений с целью использования их биомассы для получения альтернативных источников энергии. В Западной Европе для этого всё шире используются быстрорастущие гибриды *Salix schwevinii* E. Wolf и *S. viminalis* L. [42]. Интродукционные испытания новых видов и форм могут многое дать для обогащения лесопарковых ландшафтов и особенно озеленения городов и прочих населённых пунктов. Составление полной сводки древесных интродуцентов города даёт возможность проектировщикам и специалистам зелёного строительства более

качественно выбирать видовой и формовой состав для проектирования новых озеленительных комплексов.

Выращивание посадочного материала, который можно рекомендовать в изменившихся условиях тепло-влагообеспеченности, в основном обеспечено местным семенным и вегетативным материалом. При привлечении ино-районного материала заслуживают внимания лишь самые зимостойкие и устойчивые, ранее проверенные в местном климате виды. Как уже отмечалось, приобретать непроверенный материал непосредственно у западноевропейских фирм и питомников не рекомендуется прежде всего из-за опасности вымерзания нерайонированных растений, особенно в поздн-холодные биоклиматические циклы [24; 30]. Имеется довольно много подобных примеров. В связи с этим наилучшим вариантом может быть доращивание небольших саженцев в питомниках Ленинградской обл., и только потом их использование в городских посадках. В условиях продолжающегося потепления климата некоторые ранее рекомендуемые для озеленения Санкт-Петербурга такие, как *Prinsepia sinensis* Oliv. ex Bean и *Ulmus glabra* Huds. 'Camperdownii' [30] виды пришлось исключить из перспективного ассортимента [8]. Плохо реагировал на тёплые зимы начала XXI в. и *Crataegus maximowiczii* C. K. Schneid.

Таким образом, на фоне меняющегося климата и его циклических колебаний [23; 24; 29] необходимы продолжение интродукционных испытаний и проведение непрерывного мониторинга. При дальнейшем потеплении ассортимент может расширяться за счёт переставших обмерзать видов. С другой стороны, многие другие древесные, ранее хорошо переносившие холодные зимы, могут стать неперспективными. Необходимо активнее осваивать многолетний интродукционный опыт ботанических садов Санкт-Петербурга и внедрять новые устойчивые деревья и кустарники, древесные других жизненных форм, которые помогут украсить город в третьем тысячелетии и улучшить среду обитания жителей Санкт-Петербурга.

Для сохранения биоразнообразия интродукторам дикорастущего материала очень важно для гарантии безопасности высаживать группы особей каждого образца по возможности вместе, чтобы обеспечить перекрёстное опыление и получить качественный и генетически разнообразный материал для размножения в будущем. Подобные работы по интро-

дукции разных географических популяций одного вида [34] в Главном ботаническом саду (г. Москва) уже показали хорошие результаты в создании устойчивых интродукционных популяций абрикоса, жимолости синей и илийской, черешни, черёмухи поздней, смородины золотистой и аронии Мичурина. Выбор места для создания таких популяций в ботанических садах, ограниченных небольшой территорией, может стать проблемой. Но такие «консервационные рощи» не обязательно сажать так, чтобы они представляли собой совершенные экземпляры в будущем [41]. Их можно разместить вдоль границ участка или в других местах вдали от взгляда посетителей ботанического сада. По договорённости с местными властями, такие популяции как раз можно высаживать в местных парках, лесопарках и др. Посадка деревьев одного и того же природного происхождения группами есть идеальный путь к созданию научно ценной и полезной коллекции и повышению ценности городских зелёных насаждений. При этом ассортимент сможет пополниться очень интересными и редкими видами.

Литература

1. Антипов В. Г. Устойчивость древесных растений к промышленным газам / В. Г. Антипов. – Минск, 1979. – 215 с.
2. Баранова Е. В. Высшие сосудистые растения / Е. В. Баранова, М. П. Баранов // Комаровский берег – комплексный памятник природы. – 2-е изд. (испр. и доп.). – СПб., 2004. – С. 22–35.
3. Булыгин Н. Е. Основные результаты и перспективы дальнейшей интродукции хвойных на Северо-Западе России / Н. Е. Булыгин, Г. А. Фирсов, В. Н. Комарова. – Деп. в ВИНТИ, № 3983-В89. – 1989. – 142 с.
4. Булыгин Н. Е. Древесные растения «Красной книги СССР» в Ленинграде / Н. Е. Булыгин, Г. А. Фирсов // Бюл. Гл. ботан. сада. – 1990. – Вып. 157. – С. 9–15.
5. Булыгин Н. Е. Дендрологические фонды садов и парков Ленинграда / Н. Е. Булыгин, О. А. Связева, Г. А. Фирсов. – Деп. в ВИНТИ, № 2790-В91. – 1991. – 66 с.
6. Булыгин Н. Е. Интродукция растений и дендромелиорация урбанизированной среды / Н. Е. Булыгин, Г. А. Фирсов. – Деп. в ВИНТИ, № 1962-В92. – 1992. – 132 с.
7. Булыгин Н. Е. Древесные растения местной флоры в урбанофитоценозах Санкт-Петербурга / Н. Е. Булыгин, Г. А. Фирсов // Бюл. Гл. ботан. сада. – 1995. – Вып. 172. – С. 3–7.
8. Булыгин Н. Е. Виды и формы древесных интродуцентов для озеленения Санкт-Петербурга / Н. Е. Булыгин // Растит. ресурсы. – 2000. – Вып. 3. – С. 115–121.
9. Бялт В. В. Анализ дендрофлоры Сосновского лесопарка (г. Санкт-Петербург) / В. В. Бялт, А. В. Бялт // Биоразнообразие: проблемы и перспективы сохранения : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 135-летию со дня рождения И. И. Сапрыгина (13–15 мая 2008 г., г. Пенза). – Пенза : ПГПУ им. Белинского, 2008. – Ч. 1. – С. 170–172.
10. Давыдова И. А. Вязовые заболонники в Петроградском районе Санкт-Петербурга / И. А. Давыдова, Б. Г. Поповичев // Науч.-технич. прогресс в лесном хозяйстве, охране природы и ландшафтном строительстве : сб. ст. / под ред. А. А. Алексеева, А. П. Любимова. – СПб. : СПбГЛТА, 2009. – С. 102–105.
11. Дорофеева Т. Б. Эпифитотия офиостомоза вяза в Санкт-Петербурге / Т. Б. Дорофеева // Защита и карантин растений, 2008. – Вып. 3. – С. 59.
12. Егоров А. А. Особенности распределения древесных растений в садах и парках Санкт-Петербурга / А. А. Егоров, И. В. Фадеева // Ботанические исследования в азиатской России : материалы XI съезда Рус. ботан. о-ва (18–22 августа 2003 г., Новосибирск – Барнаул). – Барнаул : АзБука, 2003. – Т. 3. – С. 171–172.
13. Егоров А. А. Разнообразие древесных растений в скверах центрального района города Санкт-Петербург / А. А. Егоров, Е. С. Николеишвили // Биологическое разнообразие, озеленение, лесопользование : материалы Междунар. науч.-практ. конф. мол. учёных (11–12 ноября 2008 г. Санкт-Петербург) / под ред. А. А. Егорова. – СПб. : СПб ГЛТА, 2009. – С. 32–36.
14. Егоров А. А. Состояние липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) в придорожных насаждениях Московского проспекта г. Санкт-Петербург / А. А. Егоров, И. А. Давыдова, Н. А. Давыдова // Биологическое разнообразие, озеленение, лесопользование : материалы Междунар. науч.-практ. конф. мол. учёных (11–12 ноября 2008 г., Санкт-Петербург) / под ред. А. А. Егорова. – СПб. : СПб ГЛТА, 2009. – С. 94–98.
15. Егоров А. А. Состояние *Tilia cordata* Mill. в приагистральных насаждениях г. Петродворец / А. А. Егоров, А. А. Борисенко // Современные проблемы и перспективы рационального лесопользования в условиях рынка : материалы Междунар. науч.-практ. конф. мол. учёных (10–11 ноября 2010 г., Санкт-Петербург). – СПб. : СПб ГЛТА, 2010. – С. 69–72.
16. Егоров А. А. Состояние вязовых посадок в 2008 и 2009 гг. в Василеостровском районе г. Санкт-Петербург / А. А. Егоров, С. Н. Голубев, Р. В. Девятериков // Современные проблемы и перспективы рационального лесопользования в условиях рынка : материалы Междунар. науч.-практ. конф. мол. учёных (10–11 ноября 2009 г.). – СПб. : СПб ГЛТА, 2010. – С. 19–24.
17. Егоров А. А. Состояние древесных растений в приагистральных зелёных насаждениях г. Пушкин / А. А. Егоров, В. М. Шабнов // Дендрология в начале XXI века : сб. материалов Междунар. науч. чт. памяти Э. Л. Вольфа (6–7 октября 2010 г.,

Санкт-Петербург). – СПб. : Политехн. ун-т, 2010. – С. 64–67.

18. К вопросу об ассортименте древесных растений парков Санкт-Петербурга [Электронный ресурс] / Г. А. Фирсов [и др.] // *Hortus botanicus*. – 2010. – URL: <http://hb.karelia.ru> (дата обращения: 12.04.2011).

19. Конечная Г. Ю. Высшие сосудистые растения / Г. Ю. Конечная // Юнтолов. регион. комплексный заказник. – СПб., 2005. – С. 108–122.

20. Логинова А. А. Состав и состояние часто встречаемых древесных растений в 18 садах и парках Санкт-Петербурга / А. А. Логинова, А. А. Егоров // Современные проблемы и перспективы рационального лесопользования в условиях рынка : материалы Междунар. науч.-практ. конф. мол. учёных (10–11 ноября 2010 г., Санкт-Петербург). – СПб. : СПб ГЛТА, 2010. – С. 38–40.

21. Мозолевская Е. Г. Ясенева изумрудная узкотелая златка в городских насаждениях Москвы / Е. Г. Мозолевская, А. И. Исмаилов // *Лесн. бюл.* – М., 2007. – № 2. – С. 17–19.

22. Мозолевская Е. Г. Очаги нового опасного вредителя ясеня – изумрудной узкотелой златки в Москве и Подмоскowie / Е. Г. Мозолевская, А. И. Исмаилов, Н. А. Алексеев // *Лес. вестн.* – М. : МГУЛ, 2008. – № 1(56). – С. 55–59.

23. Фадеева И. В. Продолжительность зимнего покоя у *Tilia cordata* Mill. и *T. platyphyllos* Scop. в Санкт-Петербурге / И. В. Фадеева, А. А. Егоров // Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века : материалы Всерос. конф. в рамках XII съезда Рус. ботан. о-ва. – Петрозаводск, 2008. – Ч. 6. – С. 350–353.

24. Фадеева И. В. Биоклиматическая цикличность в Санкт-Петербурге в конце XX в. и её влияние на интродуцированную и местную дендрофлору / И. В. Фадеева, Г. А. Фирсов, Н. Е. Булыгин // *Ботан. журн.* – 2009. – Т. 94, № 9. – С. 1351–1358.

25. Федорова Н. Б. Результат мониторинга зелёных насаждений общего пользования в 2008 г. / Н. Б. Федорова, Д. В. Осипов // Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2008 г. / под ред. Д. А. Голубева, Н. Д. Сорокина. – СПб., 2009. – 480 с.

26. Фирсов Г. А. Памяти Николая Евгеньевича Булыгина / Г. А. Фирсов // *Ботан. журн.* – 2004. – Т. 89, № 3. – С. 186–190.

27. Фирсов Г. А. Николай Евгеньевич Булыгин как дендролог и фенолог / Г. А. Фирсов, В. Т. Ярмишко // *Ботан. журн.* – 2005. – Т. 90, № 4. – С. 604–621.

28. Фирсов Г. А. Деревья и кустарники в ландшафтном озеленении Санкт-Петербурга / Г. А. Фирсов, А. В. Волчанская, Н. Е. Булыгин // Актуальные проблемы ботаники в Армении : материалы междунар. конф., посвящ. 70-летию Ин-та ботаники, Ботан. сада НАН РА и 90-летию академика В. О. Казаряна (6–9 октября 2008 г., Ереван). – Ереван : Ин-т ботаники НАН РА, 2008. – С. 400–403.

29. Фирсов Г. А. Николай Евгеньевич Булыгин и исследования в области биоклиматической цик-

личности / Г. А. Фирсов, И. В. Фадеева // *Ботан. журн.* – 2009. – Т. 94, № 9. – С. 1406–1411.

30. Фирсов Г. А. Перспективный ассортимент городских зелёных насаждений Санкт-Петербурга в условиях климатической тенденции начала XXI века / Г. А. Фирсов, И. В. Фадеева // *Научное обозрение*. – 2009. – № 2. – С. 14–39.

31. Фирсов Г. А. Ассортимент древесных растений садов и парков Санкт-Петербурга: опыт и перспективы / Г. А. Фирсов, И. В. Фадеева, А. В. Волчанская // Проблемы озеленения городов Сибири и сопредельных территорий : материалы междунар. науч.-практ. конф. (Чита, 14–16 сентября 2009 г.). – Чита, 2009. – С. 32–35.

32. Фирсов Г. А. Перспективный ассортимент городских зелёных насаждений Санкт-Петербурга / Г. А. Фирсов, И. В. Фадеева, А. В. Волчанская // Проблемы современной дендрологии : материалы междунар. науч. конф., посвященной 100-летию со дня рождения член-корр. АН СССР П. И. Лапина (30 июня – 2 июля 2009 г., Москва). – М., 2009. – С. 518–521.

33. Фирсов Г. А. Фенологическое состояние древесных растений в садах и парках Санкт-Петербурга в связи с изменениями климата / Г. А. Фирсов, И. В. Фадеева, А. В. Волчанская // *Ботан. журн.* – 2010. – Т. 95, № 1. – С. 23–37.

34. Формирование устойчивых интродукционных популяций : абрикос, черешня, жимолость, смородина, арония. / А. К. Скворцов [и др.] / отв. ред. А. С. Демидов. – М. : Наука, 2005. – 187 с.

35. Цвелёв Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области) / Н. Н. Цвелёв. – СПб. : СПХФА, 2000. – 781 с.

36. Цвелёв Н. Н. Сосудистые растения / Н. Н. Цвелёв // *Природа Елагино острова*. – СПб., 2007. – С. 33–52 с.

37. Щербаква Л. Н. Вязовые заболонники в городских посадках г. Санкт-Петербурга / Л. Н. Щербаква // *Изв. Санкт-Петербург. лесотехн. акад.* – СПб. : СПбГЛТА, 2008. – Вып. 182. – С. 306–313.

38. Экологический атлас Санкт-Петербурга / Экол. союз «Мониторинг». – СПб., 1992. – 10 карт.

39. Энциклопедия лесного хозяйства : в 2 т. / гл. ред. С. А. Родин. – М. : ВНИИЛМ, 2006. – Т. 1. – С. 155–156.

40. Firsov G. A. A comparison of the assortment of broad-leaved trees and shrubs used in city planting in NW. Russia and NE. Sweden / G. A. Firsov, N. E. Buligin, C. G. Thogersen // *Robacksdalen meddelar. Rapport 2*. – Umea, 1994. – 25 p.

41. Grimshaw J. New Trees: Recent Introductions to Cultivation / J. Grimshaw, R. Bayton. – London : Royal Botanic Gardens, Kew. – 2009. – 976 p.

42. Schmidt P. A. The work of Egbert L. Wolf – reflected by his publications in the yearbooks of the German Dendrology Society (Mitteilungen Der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft) / P. A. Schmidt // *Дендрология в начале XXI века : сб. материалов Междунар. науч. чтения памяти Э. Л. Вольфа (6–7 октября 2010 года, Санкт-Петербург)*. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – С. 235–241.

Problems of improving of the modern assortment of arboreal plants in urban green areas of Saint-Petersburg

A. A. Egorov¹, G. A. Firsov², I. V. Fadeeva¹, V. V. Byalt², L. V. Orlova², A. V. Volchanskaya²

¹St. Petersburg State Forestry Technical Academy named S. M. Kirov, St. Petersburg

²Botanical Institute named V. L. Komarov RAS, St. Petersburg

Abstract. The review of general problems connected with modern state of city gardening of St. Petersburg and related to the improvement of the existing assortment of arboreal plants is given. These are the errors in taxa's identification; the usage of synonyms, out of date and mistaken names; the emergence of inter-species hybrids. There are unfavourable ecological factors which influence the plants, especially planted along roadsides. There is the necessity to elaborate the new steady and decorative assortment, which is especially important in the age of climate change. This results the wide distribution of Dutch elm disease (since 1998). There is the urgent need to study the ecological peculiarities of plants for landscaping and to sum up the experience of botanic gardens of North-Western Russia and of adjacent Scandinavian countries.

Key words: arboreal plants, urban green areas of St. Petersburg, resistant assortment, ecological factors, the experience of gardening.

*Егоров Александр Анатольевич
Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия им. С. М. Кирова
194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5,
кандидат биологических наук, доцент
тел. 8-911-236-03-74
E-mail: egorovfta@yandex.ru*

*Egorov Aleksandr Anatolyevitch
St. Petersburg State Forestry Technical Academy
named S. M. Kirov
5 Institutski Lane, St. Petersburg, 194021
Ph. D. of Biology, ass. prof.
phone: 8-911-236-03-74
E-mail: egorovfta@yandex.ru*

*Фирсов Геннадий Афанасьевич
Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376, Санкт-Петербург, ул. проф. Попова, д. 2
кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник
E-mail: gennady_firsov@mail.ru*

*Firsov Genadiy Afanasyevitch
Botanical Institute named V. L. Komarov RAS
2 prof. Popov St., St. Petersburg, 197376
Ph. D. of Biology, senior research scientist
E-mail: gennady_firsov@mail.ru*

*Фадеева Инна Вадимовна
Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия им. С. М. Кирова
194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5
ведущий инженер, магистр
E-mail: butvik@mail.ru*

*Fadeeva Inna Vadimovna
St. Petersburg State Forestry Technical Academy
named S. M. Kirov
5 Institutski Lane, St. Petersburg, 194021
leading engineer
E-mail: butvik@mail.ru*

*Бялт Вячеслав Вячеславович
Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, д. 2
кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник
E-mail: byalt66@mail.ru*

*Byalt Vyacheslav Vyacheslavovitch
Botanical Institute named V. L. Komarov RAS
2 prof. Popov St., St. Petersburg, 197376
Ph. D. of Biology, senior research scientist
E-mail: byalt66@mail.ru*

*Орлова Лариса Владимировна
Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, д. 2
кандидат биологических наук,
научный сотрудник
E-mail: orlarix@mail.ru*

*Orlova Larisa Vladimirovna
Botanical Institute named V. L. Komarov RAS
2 prof. Popov St., St. Petersburg, 197376
Ph. D. of Biology, research scientist
E-mail: orlarix@mail.ru*

*Волчанская Александра Владимировна
Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, д. 2
аспирант
E-mail: botsad_spb@mail.ru*

*Volchanskaya Aleksandra Vladimirovna
Botanical Institute named V. L. Komarov RAS
2 prof. Popov St., St. Petersburg, 197376
doctoral student
E-mail: botsad_spb@mail.ru*



УДК 582.677

Выращивание лотоса Комарова (*Nelumbo komarovii* Grossh.) в искусственных условиях

А. С. Зиновьев, Г. В. Гуков

Приморская государственная сельскохозяйственная академия, Уссурийск
E-mail: forest@primacad.ru

Аннотация. Лотос является реликтовым земноводным растением и обладает ценнейшими декоративными, лекарственными и пищевыми свойствами. В статье приводятся сведения о технологии выращивания лотосов в условиях культуры.

Ключевые слова: лотос Комарова, технология выращивания в малых ёмкостях, проращивание.

Во все времена человек уделял много внимания одним растениям, обделяя этим другие. Тому есть множество причин: одни из них, благодаря каким-либо отличительным признакам, считались священными, божественными; другие – давали людям пищу, одежду и другие средства существования, третьи – являлись составляющими чудодейственных препаратов, способных излечить человека от тяжёлого недуга и т. д. Некоторые же растения, самые ценные, объединяли в себе многие из приведённых качеств. Таким растением является лотос (*Nelumbo Adans.*).

Издавна в Китае, Индии, Ассирии и Древнем Египте [9] лотос считался священным растением, чему способствовали широкий спектр его применения, удивительная красота и положительный гелиотропизм цветков. Во многих странах он используется как лекарственное и пищевое растение [2; 5; 6; 9; 10; 11]. Китайская фармакопея, составленная, как предполагают, за 2800 лет до н.э. и применяемая до настоящего времени, указывает лотос в составе 365 медикаментов, являющихся основой китайской лекарственной медицины. Лотос широко известен и в индийской медицине, которая рекомендует его для укрепления нервной системы, повышения тонуса, а также для поддержания нормальной циркуляции крови [8]. В Закавказье и Астраханской области настойка корневищ, скорлупы орешков и плодоложа применяется для лечения ревматизма и других болезней, а также как общеукрепляющее [8].

Ещё более широко лотос используется как пищевое растение благодаря большой питательной ценности и лёгкой усвояемости. В пищу используются главным образом корневища и семена. Крахмал составляет 50 % сухо-

го вещества как семян, так и корневищ лотоса; и в тех и в других содержится витамин С. Сельское население Китая, Индии и Японии из корневищ и семян лотоса получают муку, имеющую высокие питательные качества [8]; корневища используют сырыми, варят, получают из них крахмал [11]. Молодые листья и прорастающие семена растения ядовиты, содержат алкалоид сердечного действия нелумбин [11].

Лотос – растение травянистое, земноводное, его стебли превратились в ползучие корневища, которые погружены в донный субстрат водоёма. Корневище мощное, симподиально ветвящееся, с хорошо выраженными шаровидными узлами, от которых отходят многочисленные корни. Листья у лотоса двух типов: одни подводные, сидячие, чешуевидные, с параллельным жилкованием, обычно плотно охватывающие молодые почки и выполняющие защитную функцию; другие надводные, или воздушные, плавающие или высоко поднимающиеся над водой, они имеют округлую форму и размеры до одного метра в диаметре [9]. Цветки обоопольные, одиночные, крупные, до 23–27 см (реже до 30 см) в поперечнике [11]. После оплодотворения развивается очень своеобразный плод – «погружённый многоорешек». Отдельные же плодики лотоса – это односемянные нераскрывающиеся орешки. В образовании плода принимает участие расширенное, обратноконическое цветоложе. После созревания плодиков оно ссыхается, сморщивается и загибается вниз. Орешки отрываются и падают в воду. Они имеют продолговато-округлую форму, деревянистый, чёрный с сизоватым налётом околоплодник. Поражает исключительная жизнеспособ-

способность семян лотоса. Наблюдается стадия, близкая к анабиозу: в неблагоприятных для жизни условиях лотос может не прорасти и при этом не погибает, сохраняя всхожесть.

В пределах бывшего СССР известны три местообитания лотоса. В дельте Волги и в Закавказье обитает каспийский лотос (*Nelumbo caspica* Fisch. in Hoffm.), на юге Дальнего Востока распространён лотос Комарова (*Nelumbo komarovii* Grossh.) [4; 6; 9]. Вид описан А. А. Гроссгеймом в 1940 г. по сборам Е. Н. Алисовой из Приморья и назван в честь академика В. Л. Комарова.

Дальневосточный лотос отличается от каспийского рядом морфологических признаков: лепестки его более узкие, ярче окрашены; количество плодолистиков на цветоложе больше [4; 10; 11]. Характерной особенностью вида является также его морозостойкость [4,7].

Лотос – тропическое восточноазиатское растение, представитель древнейших цветковых, имеет научную ценность как реликт гондванской флоры, существовавшей более 100 миллионов лет назад (мезозойская эра, поздний мел) [1; 11]. Лотос Комарова занесён в Красные Книги СССР, России, Приморского и Хабаровского краев.

Будучи ценнейшим декоративным растением, лотос заслуживает самого широкого распространения в виде декоративной культу-

ры не только в местах его естественного произрастания, но и по всей России, в том числе и в Сибири. Сотрудниками Института лесного хозяйства ПГСХА заложен целый ряд экспериментов по выращиванию лотоса Комарова в естественных условиях, что позволило сделать определённые выводы и добиться немалых успехов в этом направлении [3]. Семенами и вегетативным способом в естественных и искусственных водоёмах высажены несколько плантаций лотоса (рис. 1). Общая площадь листовой поверхности этих посадок на 2010 г. составила более 3000 м².

Другим способом распространения культуры лотоса является выращивание его как комнатного растения. Разработка и внедрение новой, современной технологии выращивания лотосов в ёмкостях малых размеров позволит культивировать эти замечательные растения в различных климатических зонах. В летние месяцы вазоны и мини-водоёмы с лотосами наряду с городскими парками, площадями, скверами и т. д. могут украшать холлы различных помещений или даже расти просто в домашних условиях.

Поскольку технология выращивания лотосов в малых ёмкостях ныне не разработана, начиная с весны 2010 г., нами проводятся экспериментальные работы по этой проблеме.



Рис. 1. Лотосы, высаженные корневищами в 2005 г., фото 2009 г.

Первоначально, при сборе семян, встал крайне скудно освещённый в источниках информации вопрос об изучении условий их хранения. Внимание этому вопросу уделяется, так как семена лотоса являются ценным посевным материалом и испортить их неправильным хранением было бы неразумным. В эксперименте были задействованы две партии семян. Первая из них была собрана в 2006 г. и разделена на две группы по 150 шт. в каждой. Одна группа семян хранилась в комнатных условиях, другая – в сосуде с водой при температуре +4–5 °С. Вторая партия семян была собрана в 2009 г. и разделена на 5 групп по 150 шт. в каждой. Первая группа хранилась в комнатных условиях; вторая – в сосуде с водой при температуре +4–5 °С; третья – при том же режиме, но без воды; четвёртая и пятая группы хранились, замороженными в сосуде с водой и без воды соответственно. В 2010 г. из каждой группы хранения было извлечено по 100 семян, они были скарифицированы и помещены в ёмкости с абсолютно одинаковыми условиями, температура воды в которых искусственно поддерживалась на уровне 30 °С. Вода в них менялась ежедневно. Ранее нами было отмечено, что вода в контейнерах с прорастающими орешками из-за развития микроорганизмов приобретает мутный оттенок тем быстрее, чем выше температура воды. При ежедневной смене воды процесс не оказывает существенного влияния на темпы развития растения, если же смены не происходит – это приводит к существенному замедлению прорастания семян и развития растений, а в дальнейшем к их гибели.

При извлечении двух групп семян, хранящихся в холодильнике в воде, было отмечено, что около 20 % всех семян набухли и опустились на дно ёмкостей. И хотя в литературе встречаются сведения, что околоплодник орешка лотоса почти непроницаем для воды при температуре до 20 °С [11], опыт говорит об обратном. Попытки прорастить набухшие орешки успехом не увенчались, ни одно семя всходов не дало. Для участия в эксперименте от этих двух групп были отобраны жизнеспособные семена.

Результаты, полученные по истечении месяца со дня начала проращивания семян, приведены в таблице 1.

Как следует из табл.1, наилучшей всхожестью обладают семена, хранившиеся в ком-

натных условиях. Семена, хранящиеся в ёмкостях с водой, прорастают хуже, кроме того, довольно большое количество семян портится в процессе хранения из-за их набухания. Орешки, хранящиеся в морозильной камере, также дают невысокий процент всхожести.

В некоторых литературных источниках упоминается о том, что зрелые семена лотоса, пролежавшие долгое время вне воды, не прорастают без предварительной обработки и, чтобы ускорить пробуждение зародышей, кожуру орешков нужно скарифицировать – надпилить со стороны конца с ямочкой [6; 11]. Для проверки этой информации был проведён следующий эксперимент. Были взяты 6 групп орешков по 100 штук в каждой. Три группы были из партии семян, собранной в 2006 г., три – из партии, собранной в 2009 г. Все проращиваемые семена хранились в комнатных условиях. В двух группах (по одной из каждой партии) семена были надпилены со стороны конца с ямочкой, которая является следом плодолистика [8]. Ещё в двух группах семена были скарифицированы со стороны конца с рыльцем, имеющего вид бугорка. Оставшиеся две группы семян не подвергались скарификации. Все орешки были помещены в контейнеры с водой и проращивались в одинаковых условиях при температуре 30 °С.

По истечении одной недели со дня начала эксперимента скарифицированные семена во всех группах проросли на 80 %, в то же время ни одно из ненадпиленных семян даже не набухло, т. е. вода в них не попала. По истечении месяца процент всхожести в скарифицированных группах варьировал в пределах 90–99 %, что позволяет сделать вывод о том, что при скарификации орешков лотоса не имеет существенного значения, с какого конца её проводить, имеет значение лишь степень надпиливания. В группах с нескарфицированными семенами процент проросших семян не превысил 3 %. Далее, из-за отсутствия информации, возникла необходимость изучить влияние интенсивности освещения на прорастание орешков лотоса. Семена для эксперимента были взяты из партии семян, собранных в 2009 г. и хранившихся в комнатных условиях. Для изучения влияния уровня освещённости на прорастание семян три группы семян были скарифицированы и помещены в ёмкости с водой.

Таблица 1

Зависимость всхожести орешков лотоса от условий хранения

| Условия хранения | Взошедшие семена по истечении недели со дня начала проращивания, % | Взошедшие семена по истечении месяца со дня начала проращивания, % |
|--|--|--|
| В комнатных условиях с 2006 г. | 72 | 97 |
| В сосуде с водой при температуре +4–5 °С с 2006 г. | 92 | 97 |
| В комнатных условиях с 2009 г. | 95 | 100 |
| В сосуде с водой при температуре +4–5 °С с 2009 г. | 68 | 96 |
| При температуре +4–5 °С без воды с 2009 г. | 94 | 99 |
| Заморожены в ёмкости с водой с 2009 г. | 15 | 48 |
| Заморожены без воды с 2009 г. | 35 | 78 |

Эти ёмкости в свою очередь были расположены в местах с разным уровнем освещённости, но сходными иными условиями. Температура поддерживалась на уровне 30 °С. Одна группа семян проращивалась в полной темноте, другая – при среднем уровне освещённости, третья – в солнечном месте. Показатели освещённости в местах размещения ёмкостей в полдень составили 0,3500 и 11 000 люксов соответственно. В итоге, во всех трёх ёмкостях уже в первую неделю проросло более 90 % орешков, что позволяет сделать вывод о том, что освещённость не влияет на прорастание семян.

Существенным является вопрос об оптимальном составе грунтов для выращивания лотосов. В естественных условиях лотосы произрастают в иле или смеси песка и ила, поэтому для следующего эксперимента было решено использовать донный ил, песок и торф. Растения высаживали в четыре контейнера с разными типами почвосмесей. В каждый контейнер высаживались по пять семян, пророщенных в одинаковых условиях и находящихся на одной стадии развития. Далее контейнеры содержались в одинаковых условиях среды, и ничем, кроме состава почвосмесей, не отличались. В первый контейнер был помещён ил; во второй – смесь, состоящая из ила и торфа в соотношении 1:1; в третьем контейнере в виде посадочного грунта использовали смесь ила, торфа и песка в равных пропорциях; в четвёртый контейнер поместили чистый торф.

Наилучшие темпы роста показали растения, посаженные в смесь ила, торфа и песка, но в итоге после интенсивного развития эти растения раньше всех показали признаки истощения и потребности в пересадке. В контейнерах № 2 и № 4 темпы развития лотосов были немного меньше, однако без пересадки растения смогли обходиться более долгий срок. В контейнере № 1, где применялся чистый ил, растения развивались медленнее всех.

При выращивании молодых лотосов встала проблема поддержания чистоты воды, поскольку из-за небольших объёмов воды (в среднем 30–80 л) и при контакте с грунтами она начинала терять прозрачность и «зацветала», в свою очередь, несвоевременная замена воды сильно снижала темп роста лотоса, а отсутствие подмены приводило к гибели растения.

Устранить эту проблему пытались несколькими способами:

1. *Замена воды в контейнерах.* При частичной замене воды (до 50 % объёма) эффект наблюдался крайне непродолжительным: уже на следующие сутки вода вновь замутнялась и процедуру приходилось повторять ежедневно. К тому же через каждые 6–8 дней воду приходилось заменять полностью. При полной замене воды период между сменами воды увеличивался до 2–4 дней (в зависимости от температуры воздуха и воды), однако такой метод является очень трудозатратным.

2. *Применение активированного угля.* Таблетки активированного угля, помещённые в воду, снижают кислотность и темпы размножения микроорганизмов в воде, тем самым примерно на сутки продлевая время, в течение которого вода остаётся чистой. Оптимальная норма внесения угля – 1 таблетка (0,5 г) на 10 л. воды. При увеличении нормы результат практически не изменяется.

3. *Создание прослойки между грунтами и водой.* Попытка создать некий фильтр между водной средой и грунтом – средой питания для микроорганизмов, вызывающих цветение воды, дала неплохой результат. В виде фильтрующего материала был использован чистый речной песок, который после посадки лотосов помещался поверх почвы. Оптимальная толщина слоя составила 1,5–2 см. Удобной оказалась и просыпка мелкой галькой (фракция до 5 мм) поверх песчаной прослойки, толщиной до

1 см, что, в свою очередь, защищало песок от размывания во время замены воды.

4. *Комбинированный способ.* При одновременном использовании песчано-галечной прослойки и активированный уголь (рис. 2) частичная замена воды проводилась раз в 4–5 дней, а полная замена – раз в 3–5 недель.

В 2010 г. с применением полученных данных в комнатных условиях были выращены несколько растений лотоса. Семена были пророщены в феврале, в марте посажены в грунт, к началу лета поверхность воды была уже полностью покрыта плавающими листьями. В середине лета появились первые надводные листья, диаметром до 25 см. В сентябре рост

растений замедлился, а в октябре-ноябре все листья растений засохли. Горшки с корневищами были извлечены из воды и хранились при комнатной температуре.

Грунт в горшках поддерживался во влажном состоянии. В январе 2011 г. растения проснулись после состояния покоя, начали появляться многочисленные листья.

Таким образом, сделаны первые шаги по выращиванию лотосов в искусственных ёмкостях небольших объёмов, однако для выработки агротехники выращивания лотосов в таких условиях предстоит решить еще много вопросов.



Рис. 2. Комбинированный способ поддержания чистоты воды

Дальнейшие эксперименты будут заключаться в поиске новых компонентов почвосмеси, обеспечивающих продление периода вегетации, в течение которого растения могут обходиться без пересадки. Необходимо выяснить также влияние различных видов удобрений на рост лотосов, зависимость темпов развития растений от инсоляционного режима и многие другие вопросы.

Литература

1. Бутюков С. А. Лотос Комарова в Приморском крае (распространение и охрана) / С. А. Бутюков // Актуальные вопросы охраны природы на Дальнем Востоке. – Владивосток, 1978. – С. 56–59.
2. Вульф Е. В. Мировые ресурсы полезных растений / Е. В. Вульф, О. Ф. Малеева. – Л. : Наука, 1969. – 150 с.

3. Гук Г. В. Опыт выращивания и интродукции лотоса в Приморском крае / Г. В. Гук, А. С. Зиновьев // Вестн. КрасГАУ. – Красноярск, 2010. – № 4. – С. 52–57.

4. Копылова А. А. Лотос на Дальнем Востоке / А. А. Копылова // Природа. – 1954. – № 12. – С. 105–106.

5. Куренцова Г. Э. Растительность Приморского края / Г. Э. Куренцова. – Владивосток : Дальневост. кн. изд-во, 1968. – С. 174–176.

6. Пшенникова Л. М. Водные растения российского Дальнего Востока / Л. М. Пшенникова. – Владивосток : Дальнаука, 2005. – С. 80–87.

7. Павленко Г. Е. Лотос Комарова на северной границе ареала / Г. Е. Павленко // Флора дальнего Востока / отв. ред. А. В. Хван. – Владивосток, 1977. – С. 55–60.

8. Снигиревская Н. С. Материалы к морфологии и систематике рода *Nelumbo* Adans. / Н. С. Снигиревская

гиревская // Флора и систематика высших растений. – М. : Наука, 1964. – № 13. – С. 104–172.

9. Жизнь растений : в 6 т. / А. А. Фёдоров [и др.]. – М. : Просвещение, 1980. – Т. 5 – 190 с.

10. Харкевич С. С. Сосудистые растения советского Дальнего Востока / С. С. Харкевич. – Л. : Наука, 1987. – Т. 2. – 29 с.

11. Шлотгауэр С. Д. Редкие растения Хабаровского края / С. Д. Шлотгауэр. – Хабаровск : Хабаровское кн. изд-во, 1990. – С. 38–45.

Cultivation of lotus (*Nelumbo komarovii* Grossh.) in artificial conditions

A. S. Zinoviev, G. V. Gukov

Primorskaya State Academy of Agriculture, Ussuriysk

Abstract: Lotus is a relic, amphibious plant. It possesses the most valuable, ornamental, medicinal and food properties. In article data on technology of growing of lotus in indoor conditions are resulted.

Key words: *Nelumbo komarovii*, growing in small vessels, seed germination

Зиновьев Александр Сергеевич
Приморская государственная сельскохозяйственная академия, Институт лесного хозяйства
692510, Приморский край, г Уссурийск, просп.
Блюхера, 44
аспирант
тел./факс: 8(4234) 26–07–03
E-mail: forest@primacad.ru

Гуков Геннадий Викторович
Приморская государственная сельскохозяйственная академия, Институт лесного хозяйства
692510, Приморский край, г. Уссурийск,
просп. Блюхера, 44
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
тел./факс: 8(4234) 26–07–03
E-mail: forest@primacad.ru

Zinoviev Aleksandr Sergeevitch
Forestry Institute of Primorskaya State Academy of
Agriculture
44 Bluher Av., Ussuriysk, Primorsky region, 692510
doctoral student
phone/fax: 8(4234) 26–07–03
E-mail: forest@primacad.ru

Gukov Genadiy Viktorovitch
Forestry Institute of Primorskaya State Academy of
Agriculture
44 Bluher Av., Ussuriysk, Primorsky region, 692510
D. Sc. in Agriculture
phone/fax: 8(4234) 26–07–03
E-mail: forest@primacad.ru



УДК 581.524.34

Эколого-биологическая характеристика древесных растений урбанофлоры Ростова-на-Дону

Б. Л. Козловский, М. В. Куропятников, О. И. Федоринова

Ботанический сад Южного федерального университета (ЮФУ), Ростов-на-Дону
E-mail: blk@sfedu.ru

Аннотация. Приведены результаты изучения древесных видов урбанофлоры г. Ростова-на-Дону. Определён таксономический и типологический состав древесных растений флоры, а также изучены эколого-биологические свойства древесных экзотов, способствующие переходу их в разряд агрофитов.

Ключевые слова: адвентивные виды, интродукция древесных растений, эргазиофиты, урбанофлора, процесс натурализации, таксономический состав.

Введение

Интродукция древесных растений наиболее активно ведётся в степных регионах России с бедной по видовому составу дендрофлорой. Расширение культуры древесных экзотов в степной зоне Юга России не только решает практические задачи регионального зелёного строительства, но одновременно стимулирует процесс инвазии, что несёт угрозу сохранению биологического разнообразия флоры и растительности. Как потенциальные агенты трансформации коренной флоры и растительности древесные растения занимают особое место в ряду жизненных форм, что в наибольшей степени может проявиться в условиях степной зоны. Так, установлено, что все натурализовавшиеся в Ростовской области адвентивные виды древесных растений являются эргазиофитами [23] и по своей фитоценотической роли могут быть разделены на четыре группы [16]:

Обогащающие – виды, как правило, давней интродукции, широко культивируемые, образующие самостоятельные группировки или выступающие в качестве эдификаторов новых формаций, ранее отсутствовавших в регионе;

Замещающие – те, которые приходят на смену аборигенным и играют фитоценотическую роль последних;

Дополняющие – виды, внедрившиеся в природные фитоценозы и изменяющие их качественные характеристики;

Случайные – представлены в естественных сообществах единичными экземплярами или небольшими группами и не оказывающие существенного влияния на структуру фитоценоза.

Основные центры иррадиации древесных эргазиофитов – это населённые пункты и,

прежде всего, крупные города. Поэтому изучение урбанофлор является важнейшей составляющей мониторинга инвазии древесных видов в коренные сообщества. Показано, что видовое богатство урбанофлор зависит от численности населения в городе и, соответственно, занимаемой им площади [4; 9; 13; 14; 19; 21; 25]. Кроме этого, на видовом богатстве урбанофлоры сказывается географическое положение – в южных городах видовое разнообразие выше, чем в северных [7].

Особое следует выделять города, имеющие ботанические сады с многолетней практикой интродукционной работы, к которым принадлежит и Ростов-на-Дону. Повышению видового богатства флоры города способствует гетерогенность его экологической среды. Анализ природных условий Ростова-на-Дону показывает, что они довольно неоднородны как по степени напряженности экологических факторов, так и в пространственном отношении [8; 11; 12; 17; 18; 20].

Наиболее значимыми являются особенности мезорельефа. По их совокупности отчетливо различаются: плоская плакорная поверхность правобережья, «холодные» и «тёплые» склоны долин рек Дон и Темерник, плоские низменные поверхности их пойм, котловинообразные узловыи участки долины Темерника – при впадении в неё балок и долин притоков. В архитектурно-планировочном аспекте специфический комплекс условий имеют: 1. Селитебные многоэтажные застройки – «новостройки»; 2. Селитебные «плотные» застройки – центр города; 3. Селитебные частные застройки. Особыми условиями характеризуются также городские насаждения различного

функционального назначения и структуры, которые можно разделить на три группы: 1. Уличные и межквартальные насаждения; 2. Парки, сады, скверы; 3. Городские леса, лесопарки и лесополосы.

В пределах перечисленных городских экотопов особое значение для древесных растений приобретают почвенно-гидрологические условия, микроклиматические разности, степень загрязнения. Особое место в системе озеленённых территорий города занимает Ботанический сад ЮФУ, являющийся центром интродукционного испытания древесных экзотов на Нижнем Дону, количество которых в его насаждениях превышает 900 видов [9]. Кроме того, территория сада охватывает практически весь спектр разнообразия мезорельефа, гидрологических и почвенных условий, типов растительности, характерных в целом для города. Поэтому она может рассматриваться как полигон для изучения процесса натурализации адвентивных видов растений.

Целью исследования являлось изучение урбанофлоры г. Ростова-на-Дону, как центра иррадиации инвазионных видов древесных растений.

В задачи исследований входило:

- 1) изучение таксономического и типологического состава древесных растений урбанофлоры;
- 2) изучение эколого-биологических свойств древесных экзотов, способствующих переходу их в разряд агриофитов.

Методика исследований

С целью выявления древесных видов урбанофлоры проводилось обследование основных экотопов [5] и функциональных зон [18] города. Для определения степени натурализации вида использовалась классификация А. В. Чичева [24]. Жизненные формы ранжировались по системе Г. М. Зозулина [3]. Тип покоя семян приведён согласно справочникам [10, 15].

Результаты и обсуждение

В ходе исследований установлено, что в состав урбанофлоры Ростова-на-Дону входит 30 индигенофитов – аборигенных для Нижнего Дона видов древесных растений.

Среди адвентивных видов урбанофлоры по степени натурализации выделяют [24] три группы: 1) виды, продолжительно удерживающиеся в местах заноса, но не распространяющиеся – колонофиты; 2) виды, активно распространяющиеся на искусственных (нарушенных, вторичных) местообитаниях – эпекофиты; 3) виды, внедрившиеся в естественные сообщества – агриофиты. Определению

«колонофит», по нашему мнению, также соответствуют виды древесных растений, обнаруживаемые в пределах проекции крон культивируемых материнских особей, а также виды, распространяющиеся исключительно вегетативным способом. С учётом культивируемых в Ботаническом саду ЮФУ экзотов, к колонофитам может быть отнесён 481 вид, из которых 99 распространяются только вегетативно [23]. Из-за незначительной роли таких видов в урбосистеме и низкой вероятности их распространения за пределы насаждений мы не относим эти виды к категории эргазиофитов и не включаем в состав урбанофлоры.

Эпекофиты представлены в урбанофлоре Ростова-на-Дону 133 древесными видами, большинство из них имеют узкую культуру, ограниченную границами города и в подавляющем числе – Ботанического сада. Поэтому существует вероятность того, что при более широкой культуре в регионе и проникновении в соответствующие их экологии фитоценозы эти виды перейдут в разряд агриофитов.

В составе урбанофлоры 37 агриофитов, среди которых наиболее широко распространены в области *Acer negundo* L., *Amorpha fruticosa* L., *Armeniaca vulgaris* Lam., *Celtis occidentalis* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marsh., *Gleditsia triacanthos* L., *Morus alba* L., *Padellus mahaleb* (L.) Vass., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Prunus divaricata* Ledeb., *Robinia pseudoacacia* L. Всего в состав урбанофлоры Ростова-на-Дону входят 200 видов и форм древесных растений (из которых 170 адвентивные), относящихся к 62 родам из 29 семейств. В таксономическом спектре лидируют семейства *Caprifoliaceae* Juss., *Fabaceae* Lindl., *Oleaceae* Lindl., *Rosaceae* Juss. и *Ulmaceae* Mirb (табл. 1).

В биоморфологическом спектре среди адвентивных видов преобладают кустарники – 103 вид, далее следуют деревья – 55 видов. Древесные и полудревесные лианы представлены 12 видами. В ряду жизненных форм по системе Г. М. Зозулина (1961) [3] рестативных видов насчитывается 126, ирруптивных – 44.

В географическом спектре в урбанофлоре наиболее богато представлены североамериканские, восточноазиатские, среднеазиатские и европейские экзоты (табл. 2). Высокий процент видов американского происхождения в составе урбанофлор отмечен и другими авторами [22; 23]. Считается [13], что увеличение в урбанофлоре доли более южных флористических элементов связано с повышением температуры в городах и наличием хорошо прогреваемых местообитаний.

Таблица 1

Таксономический состав древесных растений урбанофлоры г. Ростов-на-Дону

| № п/п | Семейство | Род (видов; форм и культиваров) | Всего |
|-------|------------------|--|-------|
| 1 | Aceraceae | <i>Acer</i> (6; 1) | 7 |
| 2 | Anacardiaceae | <i>Cotinus</i> (1) | 1 |
| 3 | Berberidaceae | <i>Berberis</i> (2; 1) | 3 |
| 4 | Bignoniaceae | <i>Catalpa</i> (1) | 1 |
| 5 | Caprifoliaceae | <i>Lonicera</i> (8; 2), <i>Symphoricarpos</i> (1) | 11 |
| 6 | Celastraceae | <i>Celastrus</i> (2), <i>Euonymus</i> (1) | 3 |
| 7 | Cornaceae | <i>Swida</i> (3) | 3 |
| 8 | Elaeagnaceae | <i>Elaeagnus</i> (2) | 2 |
| 9 | Euphorbiaceae | <i>Securinega</i> (1) | 1 |
| 10 | Fabaceae | <i>Amorpha</i> (7), <i>Caragana</i> (7), <i>Chamaecytisus</i> (6), <i>Colutea</i> (5), <i>Cytisus</i> (1), <i>Genista</i> (3), <i>Gleditsia</i> (2; 1), <i>Halimodendron</i> (1), <i>Robinia</i> (2) | 35 |
| 11 | Fagaceae | <i>Quercus</i> (1) | 1 |
| 12 | Grossulariaceae | <i>Ribes</i> (1) | 1 |
| 13 | Hippocastanaceae | <i>Aesculus</i> (1) | 1 |
| 14 | Hydrangeaceae | <i>Philadelphus</i> (4; 1) | 5 |
| 15 | Juglandaceae | <i>Juglans</i> (1) | 1 |
| 16 | Moraceae | <i>Morus</i> (1) | 1 |
| 17 | Oleaceae | <i>Fontanesia</i> (1), <i>Fraxinus</i> (6), <i>Ligustrum</i> (1), <i>Syringa</i> (1) | 9 |
| 18 | Ranunculaceae | <i>Clematis</i> (5) | 5 |
| 19 | Rhamnaceae | <i>Rhamnus</i> (3) | 3 |
| 20 | Rosaceae | <i>Amygdalus</i> (1), <i>Armeniaca</i> (2), <i>Cerasus</i> (5), <i>Cotoneaster</i> (21; 3), <i>Crataegus</i> (20; 1), <i>Cydonia</i> (1), <i>Malus</i> (1), <i>Mespilus</i> (1), <i>Padellus</i> (1), <i>Padus</i> (5), <i>Physocarpus</i> (6; 1), <i>Prunus</i> (3), <i>Pyrus</i> (2), <i>Rosa</i> (2), <i>Rubus</i> (1), <i>Sorbus</i> (2) | 79 |
| 21 | Rutaceae | <i>Ptelea</i> (1) | 1 |
| 22 | Salicaceae | <i>Populus</i> (2), <i>Salix</i> (1) | 3 |
| 23 | Sambucaceae | <i>Sambucus</i> (1) | 1 |
| 24 | Simaroubaceae | <i>Ailanthus</i> (1) | 1 |
| 25 | Solanaceae | <i>Lycium</i> (3), <i>Solanum</i> (1) | 4 |
| 26 | Tiliaceae | <i>Tilia</i> (2) | 2 |
| 27 | Ulmaceae | <i>Celtis</i> (3), <i>Ulmus</i> (5) | 8 |
| 28 | Viburnaceae | <i>Viburnum</i> (2) | 2 |
| 29 | Vitaceae | <i>Ampelopsis</i> (2), <i>Parthenocissus</i> (1), <i>Vitis</i> (2) | 5 |
| Итого | | | 200 |

Таблица 2

Распределение древесных растений урбанофлоры г. Ростов-на-Дону по природным ареалам

| Природный ареал | Число видов | % |
|---------------------------------------|-------------|------|
| Европа | 29 | 14,5 |
| Евразия | 20 | 10,0 |
| Средиземноморье | 12 | 6,0 |
| Малая Азия и Кавказ | 14 | 7,0 |
| Центральная и Средняя Азия | 28 | 14,0 |
| Восточная Азия | 29 | 14,5 |
| Дальний Восток | 16 | 8,0 |
| Северная Америка | 43 | 21,5 |
| Таксоны, не имеющие природных ареалов | 9 | 4,5 |
| Итого | 200 | 100 |

Однако преобладание во флоре Ростова-на-Дону видов древесных растений, имеющих более южные ареалы, следует связывать с их более высокой засухоустойчивостью по сравнению с другими. В гигротипической структуре урбанофлор Восточной Европы отмечается снижение роли гидро- и гигрофильного компонентов и повышение доли ксерофильных видов [6]. Однако среди древесных видов урбанофлоры Ростова господствуют мезофиты – 166, а ксеромезофиты представлены всего 4 видами.

По отношению к плодородию почв среди выявленных видов высокую долю имеют факультативные олиготрофы (42 %) и почти не представлены мегатрофы (2 %).

Важное значение для расселения адвентивных видов имеет способ распространения семян и плодов, а также наличие в новых условиях агентов их распространения. В составе урбанофлоры наибольшее количество зоохоров – 94 вида и анемохоров – 43 вида, менее представлены баллисты – 15 видов. Антропохоров и барахоров по одному виду. Полихория свойственна 16 видам, из них гидрохоров + барахоров – 7, зоохоров + антропохоров – 4, анемохоров + зоохоров – 3, баллистов + анемохоров – 2. Зоохоры распространяются на большие расстояния, но плотность их самосевов низкая. Семена анемохоров переносятся на меньшие расстояния, однако количество их семян на отдельных участках может достигать 20 тыс. экз. в пересчете на 1 га.

Образование устойчивого самосева, наряду с другими свойствами растения, определяется типом покоя его семян. Среди эргазиофитов преобладают растения с комбинированным (физический + физиологический), физиологическим и физическим (твёрдосемянность) типами покоя семян, что обеспечивает возможность зоохории и препятствует прорастанию в осенний период. Видов, не имеющих покоя семян, всего 4 %.

Масса семян, как правило, прямо связана со скоростью роста и размерами сеянцев и находится в обратной зависимости с дальностью их распространения. Анализ распределения зоохоров и анемохоров по массе семян показал, что оптимальная масса 1000 семян для первых лежит в интервале от 5 до 35 г, вторых – от 3 до 15 г.

Представительство видов урбанофлоры по городским экотопам зависит от их типа [5; 6]. Экотопологический анализ показал, что наиболее богата флора возделываемых экотопов.

Их видовое разнообразие зависит от состава культивируемых здесь древесных растений и характера агротехнических мероприятий, проводимых в тех или иных типах насаждений. Так, в состав флоры Ботанического сада ЮФУ на настоящий момент входит 198 видов древесных растений.

Особое место среди класса рудеральных местообитаний занимают щелевая группа, куда нами на основании сходства структуры и условий включена и настенная группа. Среди видов, заселяющих этот экотоп, типичны: *Acer negundo* L., *A. platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Fraxinus angustifolia* Vahl, *F. pennsylvanica* Marsh., *F. americana* L., *Ulmus laevis* Pall., *U. minor* Mill., *U. pumila* L. Спорадически встречаются такие анемохорные виды, как *Betula pendula* Roth., *Catalpa speciosa* (Warden ex Barney) Warder ex Engelm., *Populus alba* L., *P. deltoides* Marsh., *P. simonii* Carr., *Tilia cordata* Mill. отмечены единичные находки *Clematis vitalba* L., *Populus tremula* L., *Ptelea trifoliata* L. и *Spiraea x bumalda* Burv. Следует отметить, что для анемохорных видов с мелкими и не имеющими покоя семенами (*Betula pendula* Roth., *Populus alba* L., *P. deltoides* Marsh., *P. simonii* Carr.), трещины являются единственным экотопом, где можно обнаружить их сеянцы. Среди зоохоров типична *Morus alba* L., реже встречаются *Armeniaca vulgaris* Lam., *Cerasus vulgaris* Mill., *Padellus mahaleb* (L.) Vass., *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Prunus divaricata* Ledeb. Имеются единичные находки *Lonicera tatarica* L., *Sorbus aucuparia* L. и *S. intermedia* (Ehrh.) Pers.

В составе урбанофлоры железнодорожных насыпей выявлен 31 вид, среди которых преобладают растения, типичные для щелевых экотопов, а также сеянцы культиваров из родов: *Armeniaca* Mill., *Cerasus* Juss., *Malus* Mill., *Prunus* Mill. и *Pyrus* L. Как и щелевые экотопы, железнодорожные насыпи являются временными местообитаниями древесных видов.

Наиболее представлена кладбищенская группа – 34 вида, что связано с разнообразным ассортиментом (98 видов) культивируемых здесь древесных растений.

Экотопологический анализ урбанофлоры позволил выделить группу видов, обладающих высоким потенциалом к натурализации. Это урбанонейтральные виды (убиквисты), которые распространены по всем типам городских экотопов – *Acer negundo* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Fraxinus americana* L., *Fraxinus*

angustifolia Vahl, *F. pennsylvanica* Marsh., *Juglans regia* L., *Morus alba* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Ulmus laevis* Pall., *U. minor* Mill., *U. pumila* L. – всего на настоящий момент 20 видов.

В целом распределение на территории города видов древесных, в отличие от травянистых, количество видов которых возрастает от центра к периферии, носит мозаичный характер, что связано с особенностями размещения и ассортиментным составом искусственных насаждений.

Заключение

Таким образом, единственным источником пополнения видового разнообразия древесных растений урбанофлоры Ростова-на-Дону в настоящее время является интродукция. Анализ урбанофлоры не позволяет оценить предельные возможности к натурализации эргазофитов, так как естественные растительные сообщества в пределах городской среды не сохранились. Поэтому не исключается вероятность того, что эфекофиты со временем расселятся за пределы городской черты и перейдут в разряд агриофитов. К числу свойств, благоприятствующих натурализации, относятся высокая степень засухоустойчивости и зимостойкости, а при недостаточной зимостойкости – высокая засухоустойчивость. В ряду жизненных форм натурализационный потенциал возрастает от деревьев лесного типа к геоксильным кустарникам. При этом ирруптивные жизненные формы более конкурентноспособны в сравнении с рестативными. По способу распространения семян и плодов наибольшие возможности к натурализации имеют зоохоры и анемохоры. По размерам диаспор – мелко- и среднесемянные виды. По типу покоя семян – виды с механическим, физиологическим и комбинированным покоем (физический + физиологический). В географическом спектре – виды, имеющие более южные ареалы, в особенности североамериканского, восточноазиатского, среднеазиатского и европейского происхождения. По отношению к плодородию почв – олиготрофы. В целом вид, обладающий сочетанием таких свойств, может быть охарактеризован как потенциальный агриофит, его культура в регионе должна быть ограничена или исключена. В этой связи особое внимание необходимо обратить на подбор ассортимента для малых городов и сельских населённых пунктов, а также ассортимента для мелиоративных целей. Как показано, коллекции ботанических садов также могут стать очагами иррадиации адвентивных расте-

ний, поэтому необходимо отказаться от привлечения в них видов, не имеющих хозяйственной, учебной и научной ценности.

Литература

1. Васильева Т. В. Адвентивні види амеренканського походження у синантропній флорі м. Одеса / Т. В. Васильева, С. П. Петрик // Украин. ботан. журн. – Киев : Наукова Думка, 2000. – Т. 57, № 1. – С. 43–45.
2. Васильева-Немерцалова Т. В. Рослини – уніфікатори синантропної флори м. Одеси / Т. В. Васильева-Немерцалова // Украин. ботан. журн. – Киев : Наукова Думка, 1996. – Т. 53, №3. – С. 288–290.
3. Зозулин Г. М. Система жизненных форм высших растений / Г. М. Зозулин // Ботан. журн. – СПб. : Наука, 1961. – Т. 46, № 1 – С. 3–20.
4. Игнатъева М. Е. Флора озеленённых территорий Санкт-Петербурга / М. Е. Игнатъева // Бюл. ГБС. – М. : Наука, 1994. – Вып. 169. – С. 31–35.
5. Ильминских Н. Г. Классификация флоры сельскохозяйственного и селитебного ландшафтов по происхождению и отношению к культуре / Н. Г. Ильминских // Агрофитоценозы и экологические пути повышения их стабильности и продуктивности. – Ижевск, 1988. – С. 129–131.
6. Ильминских Н. Г. Эколого-географическая структура городской флоры / Н. Г. Ильминских // Актуальные проблемы сравнительного изучения флор. – СПб., 1994. – С. 269–276.
7. Ишбирдин А. Р. Эколого-географические закономерности синантропной флоры России / А. Р. Ишбирдин // Ботан. журн. – СПб. : Наука, 2001. – Т. 86, № 3 – С. 27–36.
8. Климат Ростова-на-Дону / под ред. Ц. А. Швер, Т. Е. Иванченко. – Л. : Гидрометеоздат, 1987. – 233 с.
9. Козловский Б. Л. Итоги и перспективы интродукции покрытосеменных древесных растений в Ростовской области / Б. Л. Козловский, Л. О. Похилько // Вестн. Южн. науч. центра. – Ростов н/Д : ЮНЦ, 2006. – Т. 2, № 3 – С. 68–71.
10. Кушнарв Ф. А. Эколого-энергетический атлас Ростовской области / Ф. А. Кушнарв, А. Д. Хованский, В. В. Приваленко. – Ростов н/Д : Изд-во СКНЦ ВШ, 1996. – 72 с.
11. Меринов Ю. Н. Эколого-социальная комфортность городской среды Ростова-на-Дону / Ю. Н. Меринов. – Ростов н/Д : Изд-во РГУ, 2001. – 140 с.
12. Морозова Г. Ю. Растения в урбанизированной природной среде : формирование флоры, ценогенез и структура популяции / Г. Ю. Морозова, Ю. А. Злобин, Т. И. Мельник // Общая биология. – М. : Наука, 2003. – Т. 64, № 2 – С. 166–180.
13. Нечаева Т. И. Городская флора Владивостока (предварительный список) / Т. И. Нечаева // Изучение флоры и растительности Дальнего востока. – Владивосток, 1979. – С. 91–132.

14. Николаева М. Г., Справочник по проращиванию покоящихся семян / М. Г. Николаева, М. В. Разумова, В. А. Гладкова / под общ. ред. М. Ф. Данилова. – Л. : Наука, 1985. – 348 с.
15. Огородников А. Я. Роль адвентивных элементов в дендрофлоре Ростовской области / А. Я. Огородников // Флора Нижнего Дона и Северного Кавказа: структура, динамика, проблемы использования. – Ростов н/Д : Изд-во РГУ, 1991. – С. 74–76.
16. Плоды и семена деревьев и кустарников, культивируемых в Украинской ССР / Н. А. Кохно [и др.] / отв. ред. Н. А. Кохно. – Киев : Наукова думка, 1991. – 320 с.
17. Приваленко В. В. Экологическая ситуация в Ростове-на-Дону / В. В. Приваленко // Природа Ростова. – Ростов н/Д : Изд-во РГУ, 1999. – 264 с.
18. Приваленко В. В. Экологические проблемы антропогенных ландшафтов Ростовской области / В. В. Приваленко, О. С. Безуглова // Экология г. Ростов-на-Дону. – Ростов н/Д : Изд-во СКНЦ ВШ, 2003. – Т. 1. – 290 с.
19. Сепп С. Р. Флора и растительность г. Пярну / С. Р. Сепп // Изучение, охрана и рациональное использование природных ресурсов. – Уфа : Изд-во БФАН СССР, 1989. – Вып. 1 – С. 96.
20. Сианисян Э. С. Естественные и техногенные факторы и последствия подтопления урбанизированных территорий на примере г. Ростова-на-Дону / Э. С. Сианисян, К. Ю. Шкаликов, Е. В. Фролова // Научный альманах Южного Федерального округа. – Ростов н/Д : Изд-во РГУ, 2005. – Вып. 2. – С. 139–141.
21. Терехина Т. А. Конспект флоры г. Барнаула / Т. А. Терехина, Т. М. Копытина // Тр. Южно-Сиб. Ботан. сада. – Барнаул, 1996. – С. 115–128.
22. Федяева В. В. Проблема антропогенной трансформации флоры Нижнего Дона / В. В. Федяева // Современные проблемы биоэкологии. – Ростов н/Д : Изд-во РГУ, 1994. – С. 51–58.
23. Цветковые древесные растения Ботанического сада Ростовского университета / Б. Л. Козловский [и др.]. – Ростов н/Д : Изд-во Новые русские, 2000. – 144 с.
24. Чичев А. В. Синантропная флора г. Пушкино / А. В. Чичев // Экология малого города. – Пушкино, 1981. – С. 18–31.
25. Шевцов А. Н. Дикорастущая флора г. Москвы / А. Н. Шевцов // Проблемы ботаники на рубеже XX–XXI веков : материалы II (X) съезда РБО. – СПб. : БИН РАН, 1998. – Т. 2. – С. 230–231.

Ecological and biological characteristics of wood plants in urban flora of Rostov-on-Don

B. L. Kozlovsky, M. V. Kuropyatnikov, O. I. Fedorinova

Botanical Garden of Southern Federal University, Rostov-on-Don

Abstract. Results of studying of wood species in urban flora of Rostov-on-Don City are presented. The taxonomical and tipological structure of wood plants in urban flora is defined, ecological and biological properties of exotic wood plants promoting to their transition in category of agriophytes are studied. The full annotated list of wood species of urban flora is formed.

Key words: adventitious species, introduction of wood plants, ergaziophytes, urban flora, naturalization process, taxonomic composition.

Козловский Борис Леонидович
 Ботанический сад Южного федерального университета
 344041, г. Ростов-на-Дону, Ботанический спуск, 7
 кандидат биологических наук,
 старший научный сотрудник
 E-mail: blk@sfedu.ru
 тел. (863) 227-57-21

Куропятников Михаил Викторович
 Ботанический сад Южного федерального университета
 344041, г. Ростов-на-Дону, Ботанический спуск, 7
 ведущий инженер
 тел. (863) 227-57-21

Федоринова Ольга Ивановна
 Ботанический сад Южного федерального университета
 344041, г. Ростов-на-Дону, Ботанический спуск, 7
 научный сотрудник
 тел. (863) 227-57-22

Kozlovsky Boris Leonidovitch
 Botanical Garden of Southern Federal University
 7 Botanical descent, Rostov-on-Don, 344041

Ph. D. of Biology, senior research scientist

E-mail: blk@sfedu.ru
phone. (863) 227-57-21

Kuropyatnikov Mikhail Viktorovitch
 Botanical Garden of Southern Federal University

7 Botanical descent, Rostov-on-Don, 344041
leading engineer
phone. (863) 227-57-21

Fedoriniva Olga Ivanovna
 Botanical Garden of Southern Federal University
 7 Botanical descent, Rostov-on-Don, 344041

research scientist
phone. (863) 227-57-22



УДК 502.4(571.5), 58 (571.53)

Определение миссии ботанического сада в системе природопользования в Байкальской Сибири

В. Я. Кузеванов, С. В. Сизых

Иркутский государственный университет, Иркутск
Email: bogard@rambler.ru

Аннотация. Анализируется миссия и даётся обзор функций современных ботанических садов не только как традиционно узких учебно-научных учреждений, но как комплексных экологических ресурсов и особо охраняемых природных территорий в системе природопользования в Байкальской Сибири в связи с региональными приоритетами социально-экономического развития.

Ключевые слова: Байкал, Байкальская Сибирь, биоразнообразие, ботанический сад, генный банк, интродукция, образование, озеленение, особо охраняемые природные территории, природное и культурное наследие, туризм, университет, урбанизация, экологические ресурсы, экотехнопарк.

Введение

В последние годы в мире проявляется тенденция изменения экологической роли ботанических садов, которые, благодаря разнообразию своих материальных и нематериальных ресурсов, начинают влиять на достижение целей устойчивого развития: 1) обеспечение продовольствием населения Земли; 2) решение проблем роста народонаселения; 3) охрана водных ресурсов Земли; 4) сохранение биологического разнообразия; 5) обеспечение устойчивости экосистем; 6) защита лесов; 7) защита атмосферы Земли; 8) сохранение почвы; 9) управление отходами, образуемыми в процессе человеческой деятельности; 10) эффективное использование энергии; 11) развитие промышленности и экологизация технологий [2; 17; 25].

Ботанические сады – это особые ландшафтные изобретения, связанные с уровнем развитости цивилизации и экологической культурой страны [10]. В связи с усилением значимости «восточного» вектора развития социально-экономического и ресурсного потенциала России в направлении Восточной Сибири, Дальнего Востока и Азиатско-Тихоокеанского региона возрастает роль Байкальского региона, называемого также Байкальской Сибирью и находящегося в стратегическом центре Азии [21]. Экологические факторы начинают оказывать всё большее влияние на конкурентоспособность регионов и городов [6]. Особый природоохранный статус оз.

Байкал как участка всемирного природного наследия имеет как определенные ограничения, так и возможности для рационального природопользования в интересах социально-экономического развития [1; 18; 19]. В последнее десятилетие в Байкальском регионе в дополнение к двум существующим ботаническим садам (в Иркутске и Чите) делаются попытки создания национальных ботанических садов в г. Улан-Удэ (Республика Бурятия, РФ) и в г. Улан-Батор (Монголия), поскольку научное и политическое руководство начало осознавать их социально-экономическую и экологическую значимость для устойчивого развития.

Цель настоящей работы состоит в том, чтобы провести сравнительные исследования и определить, какое позиционирование и предназначение (миссию) должен иметь современный ботанический сад в Байкальской Сибири.

Основной объект исследования – ресурсы Ботанического сада Иркутского государственного университета (БС ИГУ) – единственного старейшего ботанического сада в Байкальской Сибири, основанного в 1940 г. в качестве учебно-вспомогательной базы для обучения студентов-биологов (преимущественно ботаников). При обобщениях использовали материалы, собранные авторами в различных ботанических садах России и ряда других стран (Австралия, Армения, Великобритания, Белоруссия, Бельгия, Германия, Голландия, Грузия, Израиль, Индия, Китай, Люксембург, Монако,

Мексика, Монголия, Колумбия, Польша, США, Узбекистан, Украина, Франция, Эстония, ЮАР, Ю. Корея, Япония и др.). Изучали основные ресурсы садов (материальные и нематериальные), направления и технологии их использования.

Противоречия статуса и миссии ботанического сада

Государственный стандарт России [3] определяет ботанический сад как «озеленённую территорию специального назначения, на которой размещается коллекция древесных, кустарниковых и травянистых растений для научно-исследовательских и просветительных целей». Международный совет ботанических садов (Botanic Gardens Conservation International, BGCI) даёт определение ботанического сада как «организации, имеющей документированные коллекции живых растений и использующей их для научных исследований, сохранения биоразнообразия, демонстрации и образовательных целей» [25]. Закон РФ об особо охраняемых природных территориях (ООПТ) даёт определение ботанического сада, в первую очередь, как охраняемой природной территории, вне зависимости от ведомственной принадлежности организации или органа управления этой землей. Таким образом, разные определения термина «ботанический сад» подразумевают, что это либо «территория», либо «организация».

Наши сравнительные исследования показали, что в современных условиях требуется новое методологически значимое и интегрирующее определение, которое может быть сформулировано следующим образом: «Ботанический сад (или дендрологический парк) – это преимущественно пригородная или городская особо охраняемая природная озеленённая территория, на основе ресурсов которой управляющая организация создаёт документированные коллекции живых растений и ландшафтные сады для целей научных исследований, образования, публичной демонстрации, сохранения биоразнообразия, туризма и рекреационной деятельности, производства услуг и товарной продукции для улучшения благосостояния людей».

Территория с определёнными границами, как правило, выделяется местными органами власти в управление, например университету, под устройство ботанического сада, т. е. земля предназначается не для создания органа управления, а для устройства на этой земле

именно ботанического сада как наукоемкого ресурса, предназначенного для постоянного («бессрочного») использования, нужного, в первую очередь, для развития города и улучшения городской среды. А орган управления территорией берёт на себя обязанность управления и защиты природных ресурсов этой территории и адекватного её использования и развития с пользой для местного сообщества. Поэтому любое неадекватное использование или перепрофилирование земель ботанического сада запрещено законодательно.

Например, ботанические сады вузов – это общепризнанные уникальные объекты высшей школы, памятники природы и культуры, имеющие значение природного и культурного наследия. Это комплексные объекты национального достояния, ресурсы экономической и экологической безопасности городов, факторы конкурентоспособности региона и страны, ресурсы развития цивилизации, имеющие региональное и глобальное значение.

Поэтому современная миссия регионально-ботанического сада должна из узковедомственной трансформироваться в комплексное назначение более высокого порядка, отражающее ресурсы и механизмы усиления своего экологического и социально-экономического влияния на природу и общество в регионе.

Интродукция растений и обогащение биоразнообразия

Ключевой функцией любого ботанического сада является интродукция (введение в культуру) генетических ресурсов растений, т. е. накопление и выращивание максимально возможного количества видов растений из состава региональной флоры и из отдаленных мест планеты. Это ведёт к обогащению разнообразия генетических ресурсов растений с известной или потенциальной полезностью для региона. Поэтому успешность работы любого ботанического сада, в первую очередь, демонстрируется количеством и разнообразием видов в культивируемых коллекциях и в семенных банках, предназначенных для обмена и распространения среди потребителей в своем регионе.

Успешность интродукции определяется прохождением цикла введения нового растения в культуру (рис. 1), что особенно критично в условиях Байкальской Сибири, расположенной в зоне рискованного земледелия. При этом наш опыт показывает, что продолжительность периода интродукции составляет для деревьев не менее 14 лет, для кустарников – 8 лет, для

травянистых многолетников – 5 лет. Цикл введения в культуру различных групп растений (деревья, кустарники, травянистые многолетники) определяется сроками прохождения фитосанитарного карантина (предохранения от вредителей и болезней), периодом собственно научных исследований в ходе интродукционных испытаний в культуре и далее при масштабном размножении и распространении.

Как видно из рис. 2, в интродукционных испытаниях в Ботаническом саду ИГУ за 65-летний период из примерно 14 000 видов растений было успешно интродуцировано более 2 000 видов, а уровень эффективности интродукции составил около 7 %. При этом растения, успешно прошедшие интродукционные

испытания и востребованные среди потребителей, после их вовлечения в экономический оборот фактически становятся инновационными продуктами. Успешно интродуцированные растения и технологии их использования – это наукоёмкие инновации, т. е. нововведения, комплексные процессы создания, распространения и использования новшества для повышения эффективности, экономичности, улучшения качества жизни людей, улучшения экологической обстановки. Именно поэтому такая интродукционная деятельность относится к инновационной, которая должна быть органично встроена в содержание миссии современного ботанического сада.



Рис. 1. Цикл введения в культуру различных групп растений

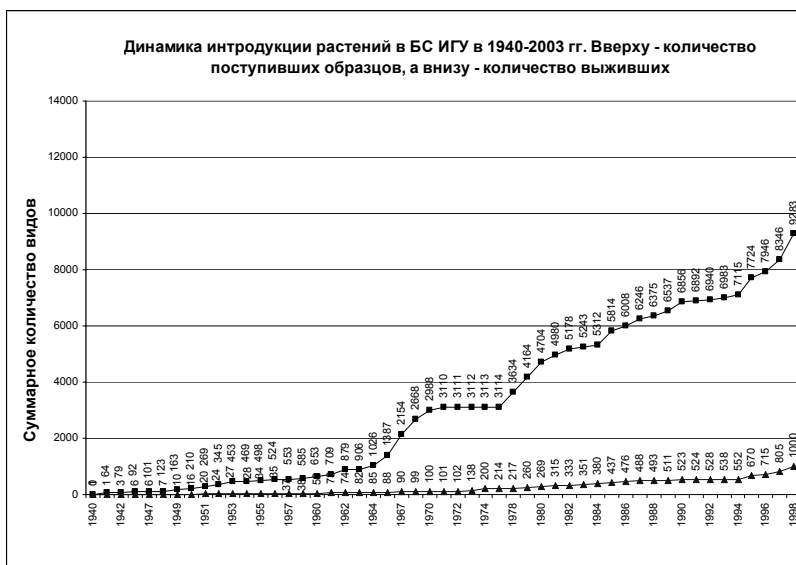


Рис. 2. Динамика интродукции растений в коллекции Ботанического сада ИГУ по количеству поступивших образцов (верхняя кривая) и сохранившихся в коллекции (нижняя кривая) в период с 1940 по 2003 гг. Цифрами указано количество образцов

Позиционирование ботанического сада в системе природопользования

В Байкальской Сибири, как и повсюду в мире, возрастает угроза исчезновения растений дикой флоры и их местообитаний. Хотя сохранение растительных сообществ и отдельных видов *in situ* в естественных природных ландшафтах и на особых ООПТ является более предпочтительным в сравнении с сохранением *ex situ*, однако во многих регионах часто требуется искать компромиссные сочетания обоих подходов для сохранения и воспроизводства растений в естественных условиях.

Поэтому одним из ключевых направлений модернизации ботанических садов становится их миссия в качестве живых генных банков дикорастущих растений местной флоры, а также их культивируемых форм и сортов, имеющих экономическое и природовосстановительное значение. Роль таких генных банков должна быть сопряжена как с общей системой сохранения и восстановления растений на ООПТ и иных природных территориях, так и с механизмом передачи генетических ресурсов растений для удовлетворения нужд конечных потребителей в государстве и обществе. Позиционирование современного ботанического сада между природой и конечными потребителями в системе циркуляции, мобилизации, ис-

пользования, исследований и разработок (НИОКР), воспроизводства и сохранения генетических ресурсов растений *in situ* и *ex situ*. Обратные связи и распределение выгод от использования ресурсов биоразнообразия могут обеспечивать экономическую устойчивость ботанического сада и всей системы рационального природопользования. Главными функциями становятся сохранение и воспроизводство *ex situ*, репатриация в естественные места обитания *in situ*, а также справедливое распределение выгод от неистощающего использования генетических ресурсов растений, что является необходимым условием для устойчивости такой системы природопользования (рис. 3).

В настоящее время необходимо избрать интегрированную стратегию устойчивого развития, включающую различные подходы – от сохранения популяций *in situ* до сохранения генофонда на клеточном и молекулярном уровнях *ex situ*. Следует учесть, что в процессе перехода к новым экономическим условиям идея сохранения, мобилизации и рационального использования разнообразия растений, животных и микроорганизмов сталкивается с множеством противоречий и противодействий со стороны промышленности и персонала, заинтересованных в бесконтрольном расходовании природных ресурсов.

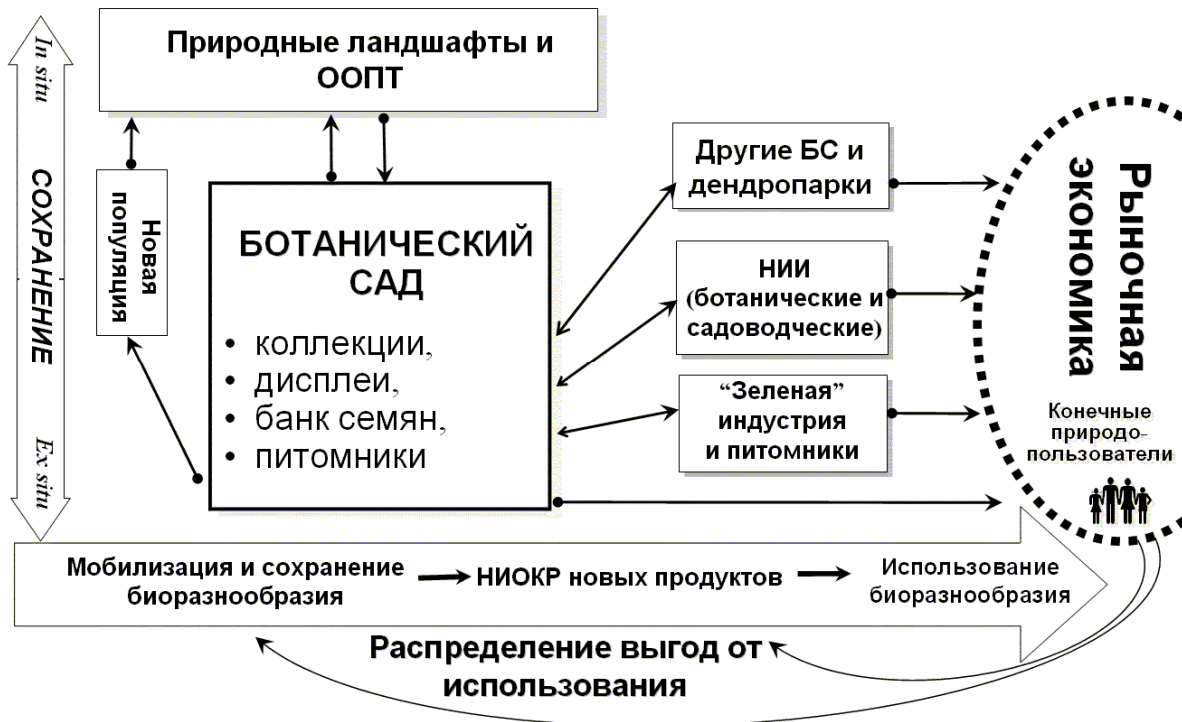


Рис. 3 Схема позиционирования ботанического сада как посредника в системе циркуляции генетических ресурсов растений между природой и человеком

Поэтому, наряду с сохранением биологических и генетических ресурсов в системе ООПТ близ Байкала (стратегия *in situ*), следует позаботиться также о сборе и долговременном сохранении представительных выборок генетически разнообразных практически ценных организмов из различных мест региона в виде семян, спор, меристем, культур клеток и т. п. (стратегия *ex situ*), как того требуют положения Конвенции о биологическом разнообразии (КБР, Рио-де-Жанейро, 1992) [7].

Одно из перспективных биотехнологических направлений соблюдения Конвенции о биологическом разнообразии [7] может исходить из того, что некоторая представительная часть генетически разнородного материала особо ценных растений Байкальской Сибири должна быть дополнительно сохранена в особых хранилищах вне естественных мест обитания *ex situ* (в генных банках), тем более что существует угроза исчезновения или генетической эрозии в естественных природных популяциях. При этом живой материал должен сохраняться в региональном генном банке с возможностью его быстрого крупномасштабного размножения и репатриации обратно в природу, а информация об организмах – в компьютеризированной базе данных генного банка.

Благодаря этому подходу оказалось возможным налаживание взаимовыгодного и взаимодополняющего взаимодействия разных ООПТ в Байкальской Сибири для восстановления редкого вида *Allium altaicum* Pall. [5; 22]. В итоге работы по реинтродукции лука алтайского была сформулирована общая схема позиционирования ботанического сада в системе особо охраняемых природных ландшафтов и в циркуляции растений при интродукции, сохранении и восстановлении нарушенных популяций [8; 15; 24]. Поэтому культивируемые и сохраняемые в ботаническом саду коллекции редких видов растений являются не только научно-учебным ресурсом, но также и генетическим резерватом для возможного восстановления видов, находящихся под угрозой исчезновения.

Концептуально региональный банк генетических ресурсов растений может быть задуман и реализован как взаимосогласованная система действий по сохранению генетических ресурсов растений, имеющих в местных научных, учебных, природоохранных, практических учреждениях и ООПТ. Предполагается, что региональный генный банк не должен стать дополнительно создаваемой структурой с жёсткой бюрократической орга-

низацией, а может быть скорее скоординированной долговременной целевой программой для ряда уже имеющихся институтов, что не потребует больших капитальных вложений в охрану генетических ресурсов Байкальского региона. Основной организационный принцип создания регионального генного банка – децентрализация материальных и информационных ресурсов при координации практических действий по сохранению и воспроизводству генофонда, разработке правил и правовой базы для устойчивого развития и долговременного существования генного банка Байкальской Сибири. Поэтому функция генного банка растений также является неотъемлемой частью региональной миссии ботанического сада.

Междисциплинарная природа ресурсов ботанических садов в образовании и просвещении

Традиционно ботанические сады в России рассматриваются как организации, выполняющие достаточно узкие утилитарные задачи определенного ведомства (Академии наук, Министерства образования или муниципалитета). Однако, в соответствии с общемировыми тенденциями, многие ботанические сады со своими обновлёнными и обширными ресурсами постепенно стали вырастать из узковедомственных рамок и становиться важными элементами национального природного и культурного наследия. С конца XX в. начала возрастать роль их ресурсов как части региональных производительных сил, связанных с экономической ботаникой, садоводством и сельским хозяйством, рациональным использованием биоразнообразия, улучшением и безопасностью среды обитания, экологического просвещения населения. В этом заключается дуализм и противоречие статуса ботанического сада, с одной стороны, как структурной части ведомства, а с другой стороны – как комплексного междисциплинарного экологического ресурса.

Специальное обследование вузовских ботанических садов РФ выявило, что в действительности различные по природе ресурсы БС используются не только для традиционного обучения ботаническим и экологическим специальностям, но и в более широком спектре естественно-научных и гуманитарных дисциплин высшего образования России (табл. 1).

В настоящее время в организационную культуру ботанических садов последовательно внедряется традиция поддержания и развития многоуровневого образования и просвещения в вузе [13; 18] с одновременным охватом более

широкого возрастного спектра целевых групп от детей детсадовского возраста и школьников до зрелых людей (табл. 2). При этом накопленные ресурсы ботанического сада могут использоваться с наибольшей эффективностью. Такая общеобразовательная и просветительская система в БС ИГУ строится из четырёх ступеней для реализации принципа «Реальное обучение для реальной жизни»: 1) научно-просветительская деятельность (экскурсии среди живых коллекций в оранжереях, экспозициях, экологической тропе, тематические лекции, консультации, ТВ программы и выступления в СМИ); 2) внешкольное образование для школьников и педагогов (учебные экскурсии, участие в олимпиадах и конкурсах, садовая терапия, кружковая работа, летняя практика подростков по направлениям местных центров занятости населения). Здесь следует особо отметить возможности для научно-исследовательской работы школьников (мониторинг лесов и парков зелёной зоны города, уход за насаждениями в парках, экологическое картирование и т. п.) при их практической подготовке как потенциальных будущих студентов ИГУ; 3) формальное образование для студентов различных подразделений ИГУ и других вузов и колледжей; 4) дополнительное образование и повышение квалификации или

переквалификация (школы садоводства и т. п.) для взрослых людей, включая пенсионеров.

В этой связи вузовский ботанический сад следует рассматривать не только как учебно-вспомогательный ресурс для различных факультетов и кафедр, но и как структуру коллективного пользования, способную активно участвовать в многоуровневом дополнительном образовании. Например, совместно с биолого-почвенным факультетом ИГУ создана Школа садоводства, а также сертифицированные тематические курсы для системы повышения квалификации и переквалификации (через центры занятости населения и т. п.), которые востребованы в регионе. Возможна организация образовательных программ, совместимых с обучением в аналогичных подразделениях «Cooperative Extension Services» зарубежных университетов с выдачей соответствующих удостоверений, сертификатов и дипломов государственного образца. Таким примером является междисциплинарная Экологическая школа, созданная при Научно-образовательном центре «Байкал» при ИГУ, где сотрудники ботанического сада ИГУ участвуют в проведении лекций и практикумов на английском языке для международных групп студентов университета г. Киль (Германия) и Мэрилендского университета (США).

Таблица 1

Востребованность ресурсов вузовских ботанических садов России для различных специальностей и учебных дисциплин (по [2; 4])

| Специальности | Количество ботанических садов, ресурсы которых используются |
|---|---|
| Биология | 35 |
| Садово-парковое и ландшафтное строительство | 26 |
| Ландшафтная архитектура | 25 |
| Социально-культурный сервис и туризм | 25 |
| Лесное дело | 22 |
| Дизайн | 22 |
| Экология | 22 |
| Изобразительное искусство | 19 |
| Агрономия | 19 |
| Природопользование | 17 |
| Экономика | 17 |
| Почвоведение | 15 |
| Педагогика и психология | 14 |
| Дошкольная педагогика и психология | 13 |
| Социальная работа | 12 |
| Психология | 11 |
| География | 9 |
| Фармация | 6 |
| Лечебное дело | 6 |
| Химия | 3 |
| Геология | 3 |
| Физика и математика | 2 |

Таблица 2

Возможное использование ресурсов ботанического сада ИГУ в системе классического университетского и дополнительного многоуровневого образования для просвещения населения

| Вид и место обучения или деятельности (просвещения) | Целевые группы и конечные потребители | Варианты документов об образовании или квалификации |
|---|---|---|
| Докторантура, аспирантура, соискательство по тематике ботаники, садоводства, экологии и др. в ИГУ | Докторанты, аспиранты, соискатели (постдоки) | Соответствующие дипломы |
| Магистратура по тематике ботаники, садоводства, экологии и др. (в том числе на английском языке) в ИГУ | Студенты (биологи, почвоведы, экологи, биотехнологи и др.) | Диплом магистра, диплом о неоконченном высшем образовании |
| Бакалавриат по тематике ботаники, садоводства, экологии и др. (в том числе на английском языке) в ИГУ | Студенты (биологи, почвоведы, экологи, биотехнологи и др.) | Диплом бакалавра (преподавателя биологии, химии, экологии, географии и т. п.), диплом о неоконченном высшем образовании |
| Колледжи по тематике экологии, лесоводства, туризма и т. п. | Студенты (экологи, агрономы, менеджеры, лесоводы, техники и др.) | Диплом технического специалиста (в том числе, специалиста по озеленению и садоводству) |
| Школы профессиональные (школа садоводства и т. п.) | Садоводы, дизайнеры | Удостоверение, свидетельство, сертификат (мастер садоводства = Master Gardener; садовник = Gardener; ландшафтный дизайнер = Landscape Designer и др.) |
| Школы (средние, специальные, колледжи, лицеи) | Преподаватели школ Школьники Педагоги станций юных натуралистов | Аттестат, удостоверение, свидетельство, сертификат. Свидетельство о повышении квалификации или переквалификации |
| Олимпиады, конкурсы, слеты, конференции школьников по биолого-экологической тематике | Школьники | Диплом, почётный диплом, почётная грамота и т. п. для победителей или призёров |
| Научно-просветительская деятельность (экскурсии, выездные программы, выставки, публичные лекции, консультации, практикумы, ТВ передачи, публикации в СМИ и др.) | Дети дошкольного возраста, школьники, дети-сироты, садоводы, дачники, фермеры, ландшафтные специалисты, туристы, волонтеры, общественные организации, пациенты больниц, исправительные учреждения и др. | Удостоверение, сертификат, свидетельство |

Сильные образовательные междисциплинарные экологические программы для устойчивого развития должны быть в современных условиях органично включены в миссию ботанического сада.

Новая миссия ботанического сада как природного и культурного наследия в условиях урбанизации и глобализации

Наши исследования тенденций развития ботанических садов в 20 крупнейших странах мира за последние 300 лет показали, что их число увеличивается параллельно с ростом

численности городского населения [16]. Обычно наличие ботанического сада в городе является показателем высокого уровня экологической культуры горожан. Ботанические сады как особые ландшафтные изобретения человечества неразрывно связаны с развитием именно городской цивилизации [10; 12].

Города – наиболее активные узловые точки взаимодействия человека с природными компонентами среды. Именно развитие городов является ключевым фактором конкурентоспособности регионов и стран [6]. Города – ос-

новная движущая сила прогресса, уникальные искусственные объекты («вторая природа», по определению Э. Канта), в которых и протекает жизнедеятельность большинства людей. Наши исследования на основе изучения связей и функций ботанических садов разных стран мира выявили, что чем лучше скоординированы прямые и обратные связи между природными ресурсами и обществом, тем большую экологическую, социальную, культурологическую роль играет ботанический сад в обществе и в рыночных отношениях [10; 12; 23; 24].

В мире существуют более 2500 ботанических садов, которые организованы и объединены в крупные национальные и интернациональные сети обмена и интродукции ценных генетических ресурсов растений, имеющих важное природоохранное и научно-образовательное значение. В последние годы наблюдается тенденция ускорения в создании множества разнообразных новых ботанических садов в развивающихся странах, а существующие в развитых странах сады претерпевают серьёзную реконструкцию.

Необходимо пересмотреть традиционный взгляд на ботанические сады как на достаточно консервативные садоводческие организации сельскохозяйственного типа. Сегодня их традиционные функции расширяются и дополняются новыми мощными экологическими приоритетами и социально ориентированной деятельностью. В последние годы претерпевает изменения и сама формулировка назначения большинства ботанических садов мира. Можно констатировать, что миссия глобальной сети современных ботанических садов связана с трансформацией их материальных и нематериальных ресурсов для целей сохранения биоразнообразия и улучшения благосостояния как общества в целом, так и отдельных людей, включая повышение уровня их экологического образования. А это, в свою очередь, связано с формированием здоровой и безопасной окружающей среды на урбанизированных территориях. Таким образом, весь комплекс ресурсов современного ботанического сада призван преобразовывать природные условия в городском окружении, поддерживать и улучшать здоровье людей с помощью озеленённой среды, сглаживающей избыточные стрессы, обеспечивающей организованный досуг и рекреацию, как на открытых пространствах, так и в закрытых помещениях. Именно поэтому, например, ресурсы ботанических садов начинают приобретать всё большее значение и влия-

ние в национальной системе особо охраняемых природных территорий (ООПТ), обеспечивая доступ к природному и культурному наследию и его рациональное использование.

Наши сравнительные исследования Зелёного фонда парковых растений Иркутска показали (табл. 3), что на территории ботанического сада ИГУ содержится наибольшее богатство видового разнообразия растений (природного покрова и растений-интродуцентов) в городе. Из этих данных следует, что ботанический сад – это также перспективный наукоёмкий ресурс для улучшения озеленения города и обогащения разнообразия насаждений за счёт растений-интродуцентов. Для общегородских парковых зон Иркутска характерно обеднение флоры до уровня 120–170 видов растений, что может объясняться повышенным антропогенным прессом (для сравнения – в окрестностях города в радиусе 30–40 км описаны около 640 видов высших растений). Для крупных же лесных участков Ботанического сада и Кайской рощи характерно достаточно высокое разнообразие. При этом общее видовое богатство коллекций и естественной флоры Ботанического сада ИГУ (более 3 тыс. таксонов) – это самый большой ресурс для увеличения разнообразия и богатства зелёных насаждений в системе городского озеленения.

В каждой стране существуют собственные определения понятия «ботанический сад» и его функций в связи с уровнем социально-экономического развития. Например, для экономически благополучной страны – это преимущественно рекреационная, экологически благоприятная зелёная парковая зона, нацеленная на удовлетворение потребностей посетителей в общении с природой через контакт с растениями. Поэтому в высокоразвитых странах, где существуют достаточные условия и финансовые ресурсы, сложились устойчивые традиции создания ботанических садов. Во главу угла здесь поставлено осознание получаемых для благосостояния граждан выгод от формирования экологически безопасной среды в городах. Ботанические сады в развивающихся странах – это, в первую очередь, прикладные научные институты и питомники растений. Они помогают обеспечивать местное население саженцами для личных садов, а также выполняют некие просветительские функции, обеспечивая людей базовыми садоводческими и экологическими знаниями, необходимыми для элементарного выживания.

Таблица 3

Сравнение состава флоры ботанического сада ИГУ и основных парков г. Иркутска по количеству родов, видов и семейств высших растений (по [13])

| № | Наименование территории | Виды | Роды | Семейства |
|---|--|------|------|-----------|
| 1 | Ботанический сад ИГУ: | | | |
| | – растения в культуре | 2728 | 819 | 183 |
| | – растения естественного покрова | 264 | 191 | 62 |
| 2 | Кайская роша, включая лесной массив курорта «Ангара» | 329 | 206 | 59 |
| 3 | Музей-усадьба В. П. Сукачёва | 157 | 116 | 36 |
| 4 | Роша «Звездочка» | 150 | 102 | 37 |
| 5 | Парк Парижской коммуны | 121 | 91 | 36 |
| 6 | Сад А. К. Томсона | 173 | 102 | 49 |
| 7 | Центральный парк культуры и отдыха | 145 | 111 | 41 |

Заключение

Можно выделить ключевые направления работы и развития современного ботанического сада в Байкальской Сибири в условиях глобализации и урбанизации:

- научная и образовательная деятельность для вузов и школ;
- деятельность в качестве публичного живого музея;
- создание на базе БС парков экологических технологий (экотехнопарков) для внедрения экономически значимых инноваций в области садоводства, экологии, энергетики, озеленения городов и ресурсосбережения;
- создание генных банков природной флоры для сохранения редких видов и восстановления биоразнообразия;
- занятия по «садовой терапии» и реабилитационная помощь людям с особыми нуждами (включая инвалидов);
- создание туристических и рекреационных комплексов;
- интродукция новых видов и форм плодовых и декоративных растений, внедрение садоводческих технологий и их распространение среди населения;
- защита и восстановление природных территорий;
- содействие международному сотрудничеству в области экологии и природопользования.

Всем этим принципам и установкам полностью соответствует концепция развития Ботанического сада Иркутского государственного университета – важного объекта Байкальского региона, особо охраняемой природной территории в черте г. Иркутска [9; 14].

В настоящее время идёт разработка проекта реконструкции Ботанического сада ИГУ как

научно-образовательного центра, экологического технопарка и туристско-рекреационного комплекса на основе крупнейшего внутригородского лесного массива Кайской роши между тремя реками (р. Ангара, р. Иркут, р. Кая) (рис. 4). Проектируется комплекс, состоящий из лесопарка, коллекций растений, оранжерей и природных ландшафтов, этноботанических садов (бонсай-парк, японский, библейский, байкальский, корейский, китайский, французский, английский и т. п.), учебного зоопарка, заповедника, экологической тропы, тропы «По кронам деревьев», других привлекательных научно-образовательных и туристско-рекреационных объектов и мест [9; 11]. Этим может быть обеспечено как создание нового объекта познавательного экологического туризма, так и гармоничной и здоровой городской среды путём поддержания необходимого компонента дикой жизни в городе.

Для экологического туризма экономически выгодно поддержание качества окружающей среды и рациональное использование биологических ресурсов. Этот вид туризма тесно связан с охраной редких и исчезающих видов растений и животных, с созданием инфраструктуры, в свою очередь, обеспечивающей рабочие места в данной местности. Развитие экотуризма обеспечивает рост образовательного уровня как туристов, так и местных жителей. А ведь именно уровень образованности общества в целом является условием его устойчивого развития и экономического прогресса. Кроме того, экотуризм генерирует средства, часть которых используется на природоохранные мероприятия, тем самым обеспечивая возобновление ресурсов для развития экологического туризма.



Рис. 4. Панорама г. Иркутска с обозначением границ предполагаемого развития проекта «Иркутского ботанического сада» на территории крупнейшего внутригородского лесного массива Кайской рощи на основе экологически значимых ресурсов Ботанического сада ИГУ

В настоящее время в развитых и развивающихся странах прослеживается тенденция модернизации традиционных ботанических садов, особенно университетских, и их трансформации в социально ориентированные природоохранные институты нового типа. С помощью специально разработанных рекреационных мероприятий, туристических, образовательных программ, путём экологического просвещения в них происходит духовная реабилитация населения. Следовательно, в глобальной системе социальных координат ботанические сады следует также рассматривать в качестве экологически значимых ресурсов, содействующих устойчивому развитию общества и представителей всех социальных и возрастных групп населения – от самых маленьких до пожилых граждан [2; 16; 20]. Будучи местом с самой высокой концентрацией живых коллекций из разных стран, ботанический сад помогает лучше понимать этноботанические традиции и культуру людей разных национальностей, поэтому позитивное влияние на международные отношения также должно становиться частью миссии ботанического сада. Яркий пример этого – возможности соединения в ботаническом саду особых ландшафтных участков с разными популярными стилями национальных этноботанических садов (французского, русского, японского, корейского, исламского, библейского и др.), взаимообога-

щающих духовную жизнь людей, говорящих на разных языках [25]. В последние десятилетия начали происходить качественно новые изменения миссии ботанических садов для развития цивилизации, благодаря их превращению в производительное и инновационное объединение, в единую общенациональную и общемировую природоохранную сеть, имеющую антикризисное значение.

Очевидно, что многие технологии ботанических садов, устройства их оранжерей и коллекций – это ключевые элементы жизнеобеспечения в экстремальных условиях. Например, в проектах будущих космических станций и поселений центральное место в системе жизнеобеспечения и реабилитации астронавтов отводится адаптационно-реабилитационным центрам – гидропонным и ландшафтным оранжереям по образу и подобию ботанического сада [12]. Ведь именно здесь должны будут особенно строго соблюдаться такие отличительные признаки классического ботанического сада, как документированная коллекция живых растений-интродуцентов, использующихся для научных исследований, сохранения биоразнообразия, демонстрации и образовательных целей, а также для пропитания и создания оздоравливающей среды.

Развитие ботанических садов как универсальных и междисциплинарных экологических

ресурсов в системе природопользования и как участков природного и культурного наследия в городах – это общемировой тренд при переходе к устойчивому постиндустриальному развитию общества и к экономике знаний, повышению качества жизни и улучшению благосостояния людей.

Литература

1. Ащепкова Л. Я. Конспект лекций по экономике природопользования (экологическому экономиксу): учеб. пособие / Л. Я. Ащепкова. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1999. – 79 с.
2. Ботанические сады и дендрологические парки высших учебных заведений Министерства образования и науки Российской Федерации / Н. П. Адонина [и др.] // *Hortus Botanicus*: Междунар. журн. ботан. садов. – 2006. – № 3. – С. 28–104. – URL: <http://hb.karelia.ru/hb3/2.pdf>.
3. ГОСТ 28329-89. Озеленение городов. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2008.
4. Губий Е. В. Ботанические сады как уникальные ресурсы высшей школы: междисциплинарная интеграция науки, образования и бизнеса / Е. В. Губий, В. Я. Кузеванов // *Глоб. науч. потенциал*. – 2010. – № 7. – С. 32–33.
5. Исследование ценопопуляций лука алтайского на западном побережье оз. Байкал, возможности его интродукции и реинтродукции / А. Е. Турута [и др.] // *Проблемы интродукции растений в Байкальской Сибири: материалы регион. науч. семинара*. – Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2003. – С. 28–30.
6. Калужнова Н. Я. Роль экологического фактора в конкурентоспособности региона / Н. Я. Калужнова, В. Я. Кузеванов // *Экономика региона*. – 2010. – № 3. – С. 54–62.
7. Конвенция о биологическом разнообразии: текст и прил. – Нью-Йорк: ЮНЕСКО, 2006. – 38 с. – URL <http://nep/cbd/cop/8/12>.
8. Кузеванов В. Я. Реинтродукция лука алтайского в регионе озера Байкал / В. Я. Кузеванов // *Методические рекомендации по реинтродукции редких и исчезающих видов растений (для ботанических садов)* / сост. Ю. Н. Горбунов [и др.]. – Тула: Гриф и К., 2008. – С. 43–46.
9. Кузеванов В. Я. Кайское наследие. О будущем Кайской роши и Иркутского ботанического сада. Ч. 1 [Электронный ресурс] / В. Я. Кузеванов // *Проект Байкал*. – 2009. – № 19. – С. 52–59. – Режим доступа: http://bogard.isu.ru/articles/baikal_project_2009/kaya_heritage_52-59.pdf.
10. Кузеванов В. Я. Ботанические сады как экологические ресурсы развития цивилизации [Электронный ресурс] / В. Я. Кузеванов // *Тр. Том. гос. ун-та*. – 2010. – Т. 274. – С. 218–220. – Режим доступа: http://bogard.isu.ru/articles/2010_tomsk/kuz_tomsk.pdf.
11. Кузеванов В. Я. Ботанический сад для Иркутска. О реконструкции университетского ботанического сада в Байкальском регионе / В. Я. Кузеванов // *Архитектура. Строительство. Дизайн*. – 2010. – № 1. – С. 80–83.
12. Кузеванов В. Я. Ботанические сады как экологические ресурсы в глобальной системе социальных координат [Электронный ресурс] / В. Я. Кузеванов // *Ландшафтная архитектура. Дизайн*. – 2010. – Т. 29, № 2. – С. 7–11. – Режим доступа: http://bogard.isu.ru/articles/2010_lad/lad_2_2010.pdf.
13. Кузеванов В. Я. Ресурсы ботанического сада Иркутского госуниверситета: образовательные, научные и социально экологические аспекты [Электронный ресурс] / В. Я. Кузеванов, С. В. Сизых. – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2005. – 244 с. – Режим доступа: http://bogard.isu.ru/books/bgisu_resources_2005.pdf.
14. Кузеванов В. Я. Кайское наследие. О будущем Кайской роши и Иркутского ботанического сада. Ч. 2 / В. Я. Кузеванов, С. В. Сизых // *Проект Байкал*. – 2009. – № 20. – С. 38–45. – Режим доступа: http://bogard.isu.ru/articles/baikal_project_2009/kaya_heritage_52-59.pdf.
15. Кузеванов В. Я. Ботанические сады как экологические ресурсы / В. Я. Кузеванов, С. В. Сизых // *Вестн. Иркут. гос. с.-х. акад.* – 2010. – № 40. – С. 23–36.
16. Кузеванов В. Я. Ботанические сады как ресурсы для социально-экономического развития [Электронный ресурс] / В. Я. Кузеванов, Е. В. Губий, С. В. Сизых // *Изв. Иркут. гос. экон. акад.: электрон. журн.* – 2010. – № 5. – С. 313–324. – Режим доступа: http://bogard.isu.ru/articles/2010_bguer/kuzevanov_58.pdf.
17. Мамаев С. А. Роль ботанических садов России в сохранении флористического разнообразия / С. А. Мамаев, Л. Н. Андреев // *Экология*. – 1996. – № 6. – С. 453–458.
18. Руденко Г. В. Ботаническая география: учебная полевая практика: учеб.-метод. пособие / Г. В. Руденко. – Иркутск: Иркут. ун-т, 2006. – 110 с.
19. Рященко С. В. Охраняемые природные территории в бассейне озера Байкал / С. В. Рященко, Т. П. Савенкова, В. А. Снытко // *География и природные ресурсы*. – 1998. – № 3. – С. 44–49.
20. Сизых С. В. Садовая терапия. / С. В. Сизых, В. Я. Кузеванов // *Биология в школе*. – 2009. – № 5. – С. 47–50.
21. Синцов А. Г. Геополитический потенциал Севера и Сибири России и проблемы его реализации / А. Г. Синцов, Л. О. Терновая // *Геополитика: учебник* / под общ. ред. В. А. Михайлова; отв. ред. Л. О. Терновая, С. В. Фокин. – М.: Изд-во РАГС, 2007. – С. 171–196.
22. Турута А. Е. Методические рекомендации для сотрудников службы лесной охраны Прибайкальского национального парка по восстановлению популяций лука алтайского (*Allium altaicum* Pall.) / А. Е. Турута. – Иркутск: ПНП, 2003. – 6 с.

23. Species-richness patterns of the living collections of the world's botanic gardens: a matter of socio-economics? / J. Golding [et al.] // *Annals of Botany*. – 2010. – N 105. – P. 689–696.

24. Kuzevanov V. Y. Botanic gardens resources: Tangible and intangible aspects of linking biodiversity

and human well-being / V. Y. Kuzevanov, S. V. Sizykh // *Hiroshima Peace Science*. – 2006. – N 28. – P. 113–134.

25. Oldfield S. Great botanic gardens of the world / Sara Oldfield. – L. : New Holland, 2007. – 160 p.

Defining the Mission of Botanic Gardens in a Natural Resources Management of Baikalian Siberia

V. Ya. Kuzevanov, S. V. Sizykh

Irkutsk State University, Irkutsk

Abstract. The article defines the mission and functions of modern botanic gardens not only as a traditionally narrow educational and research tools but as a complex of environmental resources and strictly protected territories in a system of management of natural and cultural heritage and natural resources in connection with the regional priorities of environmental protection and development in the Lake Baikal region.

Key words: Botanic garden, Lake Baikal, strictly protected natural territories, environmental innovation, cultural heritage, natural heritage, education, resources, ecology, university, environment, horticultural therapy, urbanization, ecotechnopark, tourism, biodiversity, gene bank, introduction, repatriation, ecological restoration, Baikalian Siberia.

*Кузеванов Виктор Яковлевич
Иркутский государственный университет
664039, Иркутск, ул. Кольцова, 93
кандидат биологических наук,
директор Ботанического сада ИГУ
тел.: (3952) 41–34–76
E-mail: bogard@rambler.ru*

*Kuzevanov Viktor Yakovlevitch
Irkutsk State University
93 Koltscov St., Irkutsk, 664039
Ph. D. in Biology, Director of Botanical Garden of ISU
phone (3952) 41–34–76
E-mail: bogard@rambler.ru*

*Сизых Светлана Витальевна
Иркутский государственный университет
664039, Иркутск, ул. Кольцова, 93, а/я 48
кандидат биологических наук,
заместитель директора Ботанического сада ИГУ
тел.: (3952) 41–34–76
E-mail: bogard66@rambler.ru*

*Sizykh Svetlana Yakovlevna
Irkutsk State University
93 Koltsov St., Irkutsk, 664039
Ph. D. in Biology, deputy director of Botanical Garden
of ISU
phone (3952) 41–34–76
E-mail: bogard@rambler.ru*



УДК 630*181.8 : 582.47

Использование методик обработки данных фенологических наблюдений (на примере представителей семейства *Pinaceae* Lindl.)

С. М. Лазарева

Марийский государственный технический университет,
Ботанический сад-институт, Йошкар-Ола
E-mail: svel1967@mail.ru

Аннотация. Приведены данные метеорологических и фенологических наблюдений за период 1968–2010 гг. над 31 видом голосеменных растений, выращиваемых в дендрарии Ботанического сада-института МарГТУ. Дан сравнительный анализ стандартных и модифицированных частных методик математической обработки данных фенологических наблюдений на примере изученных видов.

Ключевые слова: хвойные интродуценты, фенологические наблюдения, фенодата, феноритмотип, фенологическое расстояние, фенологическая устойчивость.

Введение

История развития человеческой цивилизации связана с успехами в области интродукции растений, всестороннего изучения и промышленного освоения отдельных представителей местной и иноземной флоры. На сегодняшний день описаны не более 350 тыс. видов сосудистых растений. В то же время в интродукционных центрах введены в культуру чуть более 80 тыс. [4; 15], широкое использование в практике сельского хозяйства, выращивания технического и лекарственного сырья, масличных культур, каучуконосов получили только 1,5 тыс. видов. Коммерческий ассортимент декоративных растений богаче и достигает 5 тыс. видов [1]. Таким образом, потенциал флористического богатства нашей планеты изучен недостаточно и используется не более чем на 0,02 %.

Основными причинами медленного внедрения в производственные культуры новых видов растений, на наш взгляд, являются слабая методологическая база, отсутствие теории, наличие множества частных методик.

На сегодня основным критерием оценки перспективности таксона многими интродукторами признана степень соответствия динамики его сезонного развития метеорологическим условиям, складывающимся в регионе его культивирования [1; 8; 9; 14; 16; 17; 19; 23]. С фенологическими характеристиками растений увязывают зимостойкость, засухоустойчивость, морфологические характеристики надземных органов, качественные и количественные показатели генеративной сферы [9; 16; 19; 23]. Несмотря на различные методические

подходы, большинство авторов предлагают интегральную оценку степени адаптации или акклиматизации растений по комплексу признаков, одним из которых остаются фенологические показатели.

Материалы и методы

В качестве объектов фенологических наблюдений были выбраны первичные интродуценты семейства *Pinaceae* Lindl., выращиваемые в дендрарии Ботанического сада-института (БСИ) Марийского государственного технического университета. Сведения о происхождении, возрасте, зимостойкости хвойных приведены в табл. 1.

Контрольными образцами служили деревья *Abies sibirica* Ledeb., *Picea × fennica* (Regel) Kom. и *Pinus sylvestris* L. местной семенной репродукции в возрасте 60–100, 120–160 и 160–200 лет соответственно.

Характеристика метеорологических условий приведена по данным метеопоста БСИ за период с 1968 по 2010 гг. Даты устойчивого перехода среднесуточных температур через +0 °С, +5 °С и +10 °С определены на основании рекомендательного письма Горьковского бюро погоды [20].

Продолжительностью теплого периода (далее ПТ) принято число дней между датами устойчивого перехода среднесуточных температур через +0 °С, продолжительностью вегетационного периода (далее ПВ) – через +5 °С, продолжительностью периода активной вегетации (далее ПАВ) – через +10 °С.

Таблица 1

Характеристика экзотов – объектов исследования

| Название вида | Происхождение образца | Возраст на конец 2010 г., лет | Зимостойкость, баллов |
|---|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| <i>Abies alba</i> Mill. | Ивано-Франковская обл., растения | 33 | I–V |
| <i>A. balsamea</i> (L.) Mill. | Липецкая ЛОСС, растения | 63 | I |
| <i>A. concolor</i> (Gordon) Lindl. ex Hildebr. | Липецкая ЛОСС, растения | 38 | I–II |
| <i>A. fraseri</i> (Pursh) Poir. | Липецкая ЛОСС, растения | 38 | I |
| <i>A. holophylla</i> Maxim. | Липецкая ЛОСС, растения | 38 | I |
| <i>A. lasiocarpa</i> (Hook.) Nutt. | Липецкая ЛОСС, растения | 38 | I |
| <i>A. nephrolepis</i> (Trautv. ex Maxim.) Maxim. | Неизвестно | ~ 58 | I |
| <i>A. sibirica</i> subsp. <i>semenovii</i> (B. Fedtsch.) Farjon | Неизвестно | - | I |
| <i>A. veitchii</i> Lindl. | Липецкая ЛОСС, растения | 40 | I |
| <i>Picea asperata</i> Mast. | ГБС, г. Москва, растения | 28 | I–II |
| <i>P. glauca</i> (Moench) Voss | ГБС, г. Москва, растения | 30 | I |
| <i>P. glehnii</i> (F. Schmidt) Mast. | Неизвестно | ~55 | I |
| <i>P. jezoensis</i> (Siebold & Zucc.) Carrière | Дальний Восток, семена | 60 | I |
| <i>P. mariana</i> (Mill.) Britton, Sterns & Poggenb. | ГБС, г. Москва, растения | 32 | I |
| <i>P. obovata</i> Ledeb. | | | I |
| <i>P. omorika</i> (Pancic) Purk. | ГБС, г. Москва, растения | 30 | I |
| <i>P. pungens</i> Engelm. | Липецкая ЛОСС, растения | 54 | I |
| <i>P. rubens</i> Sarg. | ГБС, г. Москва, растения | 29 | I |
| <i>P. schrenkiana</i> Fisch. & C. A. Mey. | г. Хорог, растения | 28 | IV–VI |
| <i>P. banksiana</i> Lamb. | Орловская ЛОСС | ~69 | I |
| <i>P. cembra</i> L. | Ивано-Франковская обл., растения | 37 | I |
| <i>P. densiflora</i> Siebold & Zucc. | Дальний Восток, семена | 39 | I |
| <i>P. koraiensis</i> Siebold & Zucc. | Дальний Восток, семена | 56 | I |
| <i>P. mugo</i> Turra | Липецкая ЛОСС, семена | 43 | I |
| <i>P. peuce</i> Griseb. | ГЛТА, г. Санкт-Петербург, семена | 37 | I |
| <i>P. pumila</i> (Pall.) Regel | Магаданская обл., семена | 33 | I |
| <i>P. sibirica</i> Du Tour | Раифский дендрарий, растения | 74 | I |
| <i>P. strobus</i> L. | г. Вильнюс, семена | 43 | I |

Примечания: ЛОСС – Лесная опытно-селекционная станция; ГБС – Главный ботанический сад РАН; ГЛТА – Государственная лесотехническая академия

Под активными температурами (далее АТ) +0 °С, +5 °С и +10 °С понимаются среднесуточные температуры выше +0 °С, +5 °С и +10 °С, на основе которых рассчитана обеспеченность теплом ПТ, ПВ и ПАВ как сумма соответствующих среднесуточных температур [21].

Под эффективными температурами (далее ЭТ) понимается количество тепла, выраженное суммой среднесуточных температур воздуха, уменьшенных на значение биологического минимума температур [21]. Так как в имеющейся литературе нами не найдены значения биологического минимума тепла для отдельных фенологических фаз хвойных растений, расчёты данного показателя произведены по условным базовым минимумам +5 °С и +10 °С и выражены в градусо-днях. Условия увлажнения ПТ, ПВ и ПАВ оценены по значению гидротермического коэффициента Г. Т. Селянинова [21].

Фенологические наблюдения проводили по методике Главного ботанического сада РАН

[17] с 1976 г. по 2010 г. Данные наблюдений 1962–1975 гг. идентифицированы по диагностическим признакам и приведены в соответствии с условными обозначениями выше указанной методики.

Базовыми методиками обработки данных фенологических наблюдений были следующие. Статистические показатели средних многолетних фенодат рассчитаны методами описательной статистики с переводом конкретной календарной даты в число дней с первого марта [7] и первого января [8]. Феноритмотип и фенологическое расстояние определяли по методике А. Звиргзда, М. Кулитис-Авены [8]. Для статистической обработки использованы алгоритмы расчётов основных статистических показателей [7; 12]. Уровень изменчивости анализируемых признаков оценён по шкале Г. Н. Зайцева [7]. Доля влияния фактора на уровень изменчивости признака рассчитана по Плохинскому [12]. Основной объём обработки

данных фенологических наблюдений за хвойными растениями БСИ и метеорологических показателей пункта интродукции выполнен с использованием прикладной программы MS Excel 2010 [17] на 95%-ном уровне надежности.

Определение систематической принадлежности образцов коллекции хвойных интродуцентов дендрария БСИ проводили М. С. Александрова, В. А. Крейер, С. М. Лазарева по имеющимся источникам [2; 3; 5; 6; 10; 11; 13; 22; 24–28]. Номенклатура выверена по базе данных сосудистых растений Королевского ботанического сада Кью «The Plant List» [29].

Результаты и обсуждение

Территория Республики Марий Эл входит в умеренный климатический пояс, район с умеренно-холодной зимой, область недостаточного увлажнения. Основные показатели климата за период 1968–2010 гг. следующие. Среднегодовая температура воздуха составляет $+3,6 \pm 0,19$ °С. Средняя годовая сумма осадков – $580 \pm 30,2$ мм, в том числе 206 мм приходится на зимний период, 379 мм – на ПТ, 307 мм – ПВ и 250 мм – ПАВ. Абсолютный температурный минимум $-44,6$ °С, абсолютный максимум $+40,1$ °С. Продолжительность ПТ составляет $216 \pm 2,3$ дней, ПВ – $175 \pm 2,4$ дней, ПАВ – $138 \pm 2,4$ дней. Средние даты перехода среднесуточных температур воздуха через $+0$ °С приходятся весной на 29 марта, осенью – 1 ноября; через $+5$ °С – 16 апреля и 7 октября; через $+10$ °С – 7 мая и 21 сентября. Обеспеченность теплом характеризуется следующими показателями: сумма $AT+0$ °С – $2582 \pm 35,3$ °С, $AT+5$ °С – $2431 \pm 36,6$ °С, $AT+10$ °С – $2046 \pm 46,1$ °С, сумма $ЭТ+5$ °С – $1583 \pm 32,3$

градусо-дня, $ЭТ+10$ °С – $834 \pm 25,8$ градусо-дня. Из анализируемых 43 лет 4,5 % были переувлажнёнными, 23 % – с достаточным увлажнением, 14 % – со средним увлажнением, 42 % – с недостаточным увлажнением, 7 % – со слабой засухой, 7 % – со средней засухой и 2,5 % – с сильной засухой в ПАВ. Среднестатистические подекадные показатели метеорологических условий приведены на климатодиаграмме (рис.).

Таким образом, основными лимитирующими факторами для прохождения полного цикла развития хвойных интродуцентов в БСИ являются зимние и летние температурные экстремумы, частая повторяемость комплекса условий недостаточного увлажнения.

Средние фенодаты со значением стандартной ошибки образцов хвойных деревьев БСИ приведены в табл. 2. Следует отметить, что данные статистические показатели, как и значения стандартного отклонения, остаются неизменными независимо от того, с какой точки начинается отсчёт числа календарных дней до наступления фенологической фазы – с 1 января, 1 марта или 1 апреля. В то же время значения коэффициентов вариации и точности опыта могут отличаться в 5 и более раз (табл. 3). Подобный подход к переводу фенодаты в число календарных дней с начала какого-либо месяца упрощает процедуру предварительных расчётов, но не отражает сути биологических процессов. На наш взгляд, более логично выражать фенодату через число календарных дней с даты устойчивого перехода среднесуточных температур через $+0$ °С или биологический минимум тепла для рассматриваемой фенофазы.

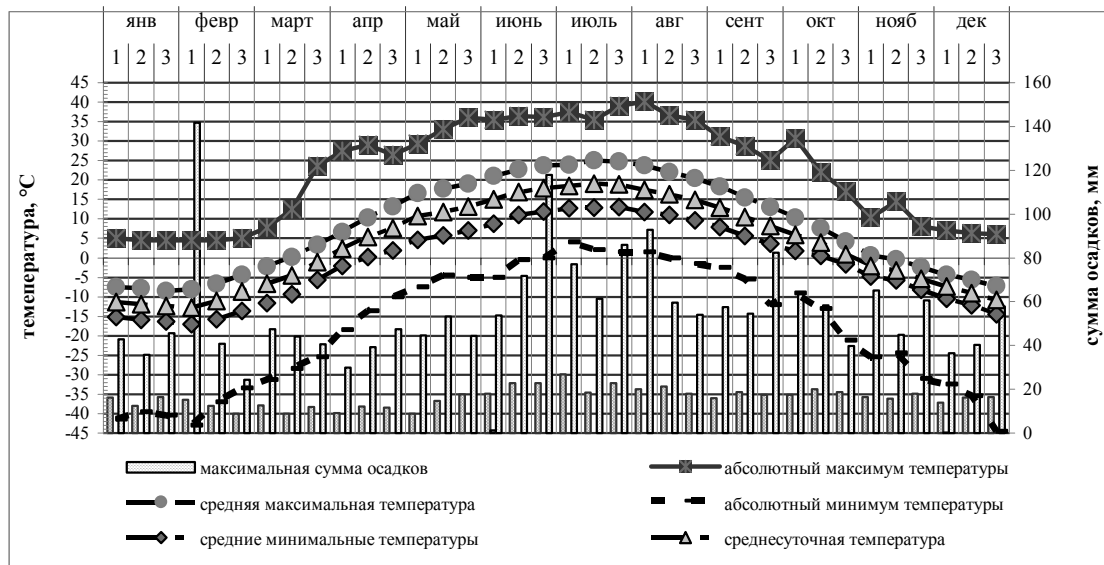


Рис. Климатодиаграмма БСИ МарГТУ (1968–2010 гг.)

Таблица 2

Средние фенодаты хвойных деревьев БСИ МарГТУ

| Название вида | Средние даты наступления фенологических фаз со значением стандартной ошибки | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|----------|---------|----------|-----------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|-----------|
| | Пб1 | Пб2 | Пб3 | Пб4 | О1 | О2 | Л1 | Л2 | Ц4 | Ц5 | Пл1 | Пл2 | Пл3 |
| <i>A. sibirica</i> | 29.04±1 | 15.05±1 | 18.05±1 | 22.06±2 | 30.06±2 | 6.08±3 | 21.05±1 | 5.06±2 | 18.05±2 | 22.05±1 | 4.06±6 | 17.07±16 | 21.09±8,1 |
| <i>A. alba</i> | 5.05±1 | 17.05±2 | 20.05±2 | 6.07±11 | 30.6±6 | 11.08±8 | 17.05±2 | 16.06±4 | – | – | – | – | – |
| <i>A. balsamea</i> | 24.04±2 | 16.05±1 | 17.05±1 | 30.06±2 | 21.07±6 | 16.08±7 | 21.05±2 | 17.06±5 | 16.05±2 | 20.05±3 | 30.05±4 | 11.06±3 | – |
| <i>A. concolor</i> | 30.04±2 | 18.05±1 | 19.05±1 | 6.07±4 | 20.07±8 | 22.08±3 | 20.05±2 | 11.06±4 | 21.05±2 | 26.05±1 | 6.06±1 | 27.06±1 | – |
| <i>A. fraseri</i> | 28.04±2 | 19.05±2 | 19.05±2 | 6.07±3 | 17.07±4 | 5.08±8 | 22.05±2 | 20.06±4 | 18.05±2 | 24.05±2 | 2.06±6 | 9.06±7 | – |
| <i>A. holophylla</i> | 28.04±2 | 13.05±2 | 13.05±2 | 27.06±2 | 3.07±8 | 16.08±5 | 13.05±2 | 5.06±5 | 18.05±2 | 26.05±1 | 10.06±5 | 28.06±1 | – |
| <i>A. lasiocarpa</i> | 25.04±2 | 11.05±2 | 11.05±2 | 5.07±3 | 5.07±5 | 5.08±5 | 15.05±2 | 9.06±4 | 16.05±4 | 20.05±3 | 25.05±4 | 21.06±6 | – |
| <i>A. nephrolepis</i> | 20.04±2 | 6.05±2 | 9.05±2 | 2.07±2 | 5.07±4 | 5.08±5 | 10.05±2 | 13.06±4 | 11.05±1 | 16.05±1 | 23.05±4 | 16.06±8 | – |
| <i>A. sibirica</i> subsp. <i>semenovii</i> | 30.04±3 | 25.05±11 | 25.05±11 | 6.07±7 | 21.07±3 | 28.08±7 | 2.06±11 | 13.06±7 | – | – | – | – | – |
| <i>A. veitchii</i> | 20.04±2 | 11.05±2 | 11.05±2 | 29.06±3 | 5.07±4 | 6.08±5 | 14.05±2 | 5.06±3 | 12.05±1 | 19.05±1 | 1.06±3 | 19.06±3 | – |
| <i>P. x fennica</i> | 24.04±2 | 14.05±1 | 15.05±1 | 16.06±2 | 28.06±2 | 3.08±2 | 20.05±1 | 4.06±2 | 22.05±2 | 24.05±2 | 20.06±11 | 27.08±12 | 17.09±36 |
| <i>P. jezoensis</i> | 21.04±2 | 6.05±2 | 8.05±2 | 19.06±3 | 30.06±3 | 30.07±4 | 10.05±2 | 6.06±4 | 7.05±1 | 15.05±2 | 23.05 | – | – |
| <i>P. asperata</i> | 21.04±3 | 9.05±2 | 9.05±2 | 28.06±1 | 26.06±2 | 15.08±5 | 10.05±2 | 9.06±6 | 15.05±4 | 21.05±3 | 31.05 | – | – |
| <i>P. glauca</i> | 23.04±2 | 16.05±2 | 16.05±2 | 28.06±3 | 7.07±4 | 14.08±4 | 19.05±2 | 7.06±3 | 14.05±1 | 20.05±1 | 30.05±3 | – | – |
| <i>P. glehnii</i> | 1.05±2 | 18.05±2 | 20.05±2 | 26.06±4 | 17.07±3 | 13.08±4 | 25.05±2 | 18.06±4 | 17.05±4 | 23.05±6 | – | – | – |
| <i>P. mariana</i> | 1.05±2 | 26.05±4 | 26.05±4 | 3.07±3 | 5.07±6 | 21.08±16 | 26.05±4 | 27.06±1 | 25.05±5 | 26.05±3 | 3.06±5 | – | – |
| <i>P. obovata</i> | 24.04±2 | 10.05±2 | 10.05±2 | 24.06±4 | 29.06±3 | 3.08±2,6 | 12.05±2 | 9.06±3 | 13.05±2 | 18.05±2 | 25.05±3 | – | – |
| <i>P. omorica</i> | 2.05±2 | 21.05±1 | 24.05±2 | 1.07±3 | 9.07±5 | 10.08±6 | 26.05±2 | 17.06±2 | 21.05±4 | 28.05±4 | 30.05±7 | – | – |
| <i>P. pungens</i> | 27.04±2 | 25.05±1 | 26.05±2 | 22.06±2 | 3.07±3 | 5.08±4 | 31.05±2 | 22.06±5 | 29.05±2 | 2.06±2 | 6.07±11 | 3.08±12 | 21.09±6 |
| <i>P. rubens</i> | 14.05±2 | 31.05±3 | 31.05±3 | 2.07±6 | 6.07±3 | 23.08±0,1 | 31.05±3 | 27.06±1 | – | – | – | – | – |
| <i>P. schrenkiana</i> | 2.05±2 | 18.05±2 | 18.05±2 | 26.06±1 | 26.06±2 | 16.08±7 | 18.05±2 | 13.06±3 | – | – | – | – | – |
| <i>P. sylvestris</i> | 24.04±2 | – | 30.04±2 | 17.06±3 | 5.07±3 | 15.08±3 | 8.06±2 | 12.07±3 | 28.05±1 | 2.06±2 | 20.06±5 | 24.08±19 | 2.12±18 |
| <i>P. banksiana</i> | 23.04±1 | – | 26.04±2 | 17.06±2 | 2.07±3 | 14.08±4 | 7.06±3 | 15.07±3 | 26.05±1 | 1.06±2 | 2.07±9 | 24.09±16 | 1.12±35 |
| <i>P. cembra</i> | 16.04±2 | – | 16.04±2 | 29.06±4 | 20.06±4 | 31.07±7 | 18.05±2 | 1.07±3 | 29.05±4 | 5.06±6 | 23.06±5 | – | – |
| <i>P. densiflora</i> | 21.04±2 | – | 21.04±2 | 29.06±3 | 28.06±3 | 15.08 | 27.05±2 | 10.07±1 | 23.05±3 | 28.05±3 | 23.06±3 | – | – |
| <i>P. koraiensis</i> | 22.04±1 | – | 26.04±2 | 13.06±3 | 6.07±2 | 19.08±3 | 11.06±2 | 31.07±3 | 18.06±3 | 23.06±2 | 29.07±26 | 13.08±4 | 1.10±11 |
| <i>P. mugo</i> | 29.04±1 | – | 1.05±2 | 26.06±4 | 25.07±6 | 18.09±8 | 4.06±4 | 18.07±8 | 1.06±2 | 6.06±2 | 19.06±3 | 22.07±30 | 4.10 |
| <i>P. peuce</i> | 21.04±3 | – | 27.04±5 | 28.06±4 | 22.07±13 | 23.08±8 | 22.05±3 | 10.07±7 | 14.06±1 | 20.06±1 | – | – | – |
| <i>P. pumila</i> | 19.04±2 | – | 21.04±3 | 24.06±5 | 3.07±4 | 14.08±4 | 30.05±3 | 4.07±5 | 25.05±2 | 30.05±2 | 6.06±6 | – | – |
| <i>P. sibirica</i> | 23.04±1 | – | 26.04±2 | 14.06±2 | 27.06±2 | 11.08±3 | 1.06±2 | 16.07±3 | 4.06±3 | 11.06±3 | 17.06±1 | – | – |
| <i>P. strobus</i> | 24.04±2 | – | 29.04±3 | 27.06±3 | 21.07±7 | 3.09±6 | 7.06±4 | 26.07±7 | 13.06±4 | 21.06±3 | 15.07±17 | 22.09±11 | 23.10±18 |

Примечание: Пб1 – набухание вегетативных почек, Пб2 – распускание почек, Пб3 – начало линейного роста побегов, Пб4 – окончание роста побегов, О1 – одревеснение основания побега, О2 – одревеснение побега, Л1 – начало обособления хвои, Л2 – полное обособление хвои, Ц4 – начало пыления, Ц5 – окончание пыления, Пл1 – смыкание семенных чешуй, Пл2 – опробкование семенных чешуй шишек, Пл3 – полное созревание шишек

Таблица 3

Зависимость изменчивости средней фенодаты от способа её перевода в число календарных дней

| Название вида | Коэффициент вариации фенодат, % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| | Пб1 | | | | Пб4 | | | | О2 | | | | Ц4 | | | | Ц5 | | | |
| | с 1.01 | с 1.03 | с 1.04 | с ПТ | с 1.01 | с 1.03 | с 1.04 | с ПТ | с 1.01 | с 1.03 | с 1.04 | с ПТ | с 1.01 | с 1.03 | с 1.04 | с ПТ | с 1.01 | с 1.03 | с 1.04 | с ПТ |
| <i>A. sibirica</i> | 6,5 | 12,8 | 26,2 | – | 7,0 | 10,6 | 14,5 | – | 6,4 | 8,7 | 10,9 | – | 4,0 | 7,0 | 11,5 | – | 3,3 | 5,7 | 9,1 | – |
| <i>A. alba</i> | 3,0 | 5,7 | 10,8 | – | 8,3 | 12,2 | 16,0 | – | 5,3 | 7,2 | 8,9 | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>A. balsamea</i> | 8,8 | 18,3 | 41,5 | – | 4,5 | 6,6 | 8,9 | – | 10,9 | 13,6 | 18,0 | – | 4,1 | 7,3 | 12,3 | – | 5,5 | 9,4 | 15,3 | – |
| <i>A. concolor</i> | 5,2 | 10,2 | 20,6 | – | 6,6 | 9,7 | 12,8 | – | 3,4 | 4,6 | 5,5 | – | 2,5 | 4,2 | 6,8 | – | 0,7 | 1,1 | 1,8 | – |
| <i>A. fraseri</i> | 6,9 | 13,8 | 29,3 | – | 6,3 | 9,2 | 12,2 | – | 11,0 | 15,0 | 18,7 | – | 3,4 | 6,5 | 10,6 | – | 3,0 | 5,1 | 8,1 | – |
| <i>A. holophylla</i> | 5,0 | 10,1 | 21,3 | – | 2,0 | 3,0 | 4,0 | – | 4,2 | 5,7 | 6,9 | – | 1,5 | 2,7 | 4,5 | – | 1,0 | 1,6 | 2,5 | – |
| <i>A. lasiocarpa</i> | 8,1 | 16,7 | 37,0 | – | 5,5 | 8,0 | 10,6 | – | 7,6 | 10,4 | 13,0 | – | 3,7 | 6,5 | 10,9 | – | 3,0 | 5,2 | 8,5 | – |
| <i>A. nephrolepis</i> | 8,7 | 18,8 | 47,2 | – | 5,2 | 7,7 | 10,3 | – | 8,2 | 11,2 | 14,0 | – | 1,8 | 3,3 | 5,8 | – | 2,1 | 3,7 | 6,3 | – |
| <i>A. sibirica</i> subsp. <i>semenovii</i> | 6,8 | 13,3 | 27,2 | – | 19,3 | 32,5 | 19,8 | – | 4,1 | 9,5 | 11,4 | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>A. veitchii</i> | 8,0 | 16,7 | 38,1 | – | 6,7 | 9,9 | 13,3 | – | 6,9 | 9,4 | 11,7 | – | 2,4 | 4,4 | 7,7 | – | 2,2 | 3,9 | 6,4 | – |
| <i>P. x fennica</i> | 10,4 | 20,1 | 45,9 | 58,0 | 8,9 | 13,8 | 19,4 | 22,7 | 23,9 | 7,1 | 19,0 | 12,4 | 5,3 | 9,1 | 14,6 | 21,8 | 6,5 | 11,0 | 17,4 | 25,2 |
| <i>P. jezoensis</i> | 8,6 | 18,4 | 45,5 | 51,4 | 8,6 | 13,2 | 18,3 | 16,4 | 6,7 | 9,3 | 11,7 | 17,6 | 1,6 | 2,9 | 5,4 | 40,4 | 2,4 | 4,3 | 7,3 | 24,5 |
| <i>P. asperata</i> | 8,5 | 18,1 | 44,6 | 63,3 | 1,8 | 2,6 | 3,6 | 11,6 | 4,5 | 6,1 | 7,5 | 12,9 | 4,2 | 7,4 | 12,6 | 10,5 | 2,5 | 4,3 | 7,0 | 6,4 |
| <i>P. glauca</i> | 7,5 | 15,7 | 36,7 | 46,2 | 7,0 | 10,4 | 14,1 | 16,4 | 6,0 | 8,1 | 10,0 | 13,6 | 2,9 | 5,1 | 8,8 | 22,1 | 2,9 | 4,9 | 8,0 | 32,5 |
| <i>P. glehnii</i> | 7,1 | 13,8 | 27,6 | 45,0 | 8,3 | 12,4 | 16,8 | 18,3 | 6,2 | 8,4 | 10,3 | 12,7 | 4,8 | 8,4 | 14,0 | 22,6 | 5,9 | 10,1 | 16,0 | 28,3 |
| <i>P. mariana</i> | 4,8 | 9,3 | 18,6 | 38,9 | 3,3 | 4,8 | 6,4 | 12,5 | 9,7 | 13,0 | 15,8 | 20,9 | 7,4 | 15,6 | 24,9 | 21,7 | 4,7 | 7,8 | 12,1 | 19,1 |
| <i>P. obovata</i> | 6,1 | 12,6 | 28,6 | 45,4 | 8,4 | 12,7 | 17,4 | 22,5 | 4,6 | 6,3 | 7,9 | 11,8 | 3,4 | 7,0 | 12,1 | 25,7 | 3,2 | 5,5 | 9,1 | 22,6 |
| <i>P. omorica</i> | 6,2 | 12,0 | 23,6 | 40,2 | 6,4 | 9,4 | 12,6 | 15,4 | 8,7 | 11,8 | 14,6 | 20,6 | 5,7 | 9,8 | 15,8 | 20,8 | 5,8 | 9,6 | 14,8 | 20,9 |
| <i>P. pungens</i> | 10,7 | 21,5 | 45,9 | 47,4 | 5,2 | 7,9 | 10,8 | 13,2 | 8,4 | 11,5 | 14,3 | 16,3 | 5,9 | 9,7 | 14,8 | 21,8 | 6,1 | 9,9 | 14,8 | 20,0 |
| <i>P. rubens</i> | 5,1 | 9,0 | 15,4 | 23,0 | 6,9 | 10,1 | 13,5 | 13,5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>P. schrenkiana</i> | 4,3 | 8,3 | 16,2 | 32,4 | 1,4 | 2,1 | 2,9 | 11,9 | 5,1 | 6,9 | 8,4 | 12,5 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>P. sylvestris</i> | 10,0 | 20,9 | 48,7 | – | 9,9 | 15,3 | 21,3 | – | 6,6 | 9,0 | 11,0 | – | 5,7 | 9,5 | 14,6 | – | 6,3 | 10,3 | 15,3 | – |
| <i>P. banksiana</i> | 7,1 | 14,6 | 34,5 | – | 8,3 | 12,8 | 17,9 | – | 8,7 | 11,7 | 14,4 | – | 4,5 | 8,0 | 12,4 | – | 6,4 | 10,5 | 15,7 | – |
| <i>P. cembra</i> | 5,9 | 13,3 | 38,2 | – | 5,6 | 8,5 | 11,2 | – | 8,4 | 11,6 | 14,6 | – | 6,3 | 10,4 | 15,9 | – | 8,5 | 13,6 | 20,0 | – |
| <i>P. densiflora</i> | 5,5 | 11,6 | 28,5 | – | 3,5 | 5,3 | 7,1 | – | – | – | – | – | 5,1 | 8,6 | 13,7 | – | 4,2 | 7,0 | 10,8 | – |
| <i>P. koraiensis</i> | 7,4 | 15,5 | 37,0 | – | 9,3 | 14,6 | 20,7 | – | 6,5 | 8,7 | 10,6 | – | 4,3 | 6,6 | 9,3 | – | 3,6 | 5,4 | 7,4 | – |
| <i>P. mugo</i> | 5,0 | 10,0 | 20,8 | – | 7,0 | 10,5 | 14,3 | – | 8,3 | 10,7 | 12,6 | – | 5,2 | 8,5 | 12,7 | – | 5,0 | 7,9 | 11,6 | – |
| <i>P. peuce</i> | 8,6 | 18,4 | 45,0 | – | 6,5 | 9,7 | 13,1 | – | 4,8 | 6,4 | 7,8 | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>P. pumila</i> | 8,2 | 17,9 | 47,3 | – | 10,2 | 15,4 | 21,1 | – | 6,5 | 8,7 | 10,7 | – | 3,0 | 5,0 | 7,9 | – | 2,6 | 4,4 | 6,6 | – |
| <i>P. sibirica</i> | 7,5 | 15,7 | 37,3 | – | 8,5 | 13,2 | 18,6 | – | 7,3 | 9,9 | 12,2 | – | 5,8 | 9,4 | 13,9 | – | 5,0 | 7,9 | 11,3 | – |
| <i>P. strobus</i> | 8,9 | 18,6 | 42,7 | – | 7,8 | 11,7 | 15,8 | – | 7,2 | 9,4 | 11,3 | – | 7,4 | 11,6 | 16,4 | – | 6,2 | 9,4 | 12,9 | – |

Набухание вегетативных почек изученных образцов хвойных интродуцентов, как и местных видов трёх родовых комплексов, приходится на третью декаду апреля. Исключением стали западно-европейские пихта белая и ель сербская, среднеазиатская ель Шренка, японская ель Глена и североамериканские ель чёрная и ель красная (первая-вторая декады мая). Во второй декаде апреля начинается набухание почек и рост вегетативных побегов у двух видов сосен из секции *Cembra* – сосны европейской и сосны низкой. Развержение почек у представителей родового комплекса *Abies* происходит во второй декаде мая (исключения: пихта белокорая – первая декада мая, пихта Семенова – третья декада мая). В родовом комплексе *Picea* развержение вегетативных почек занимает все три декады мая. Первыми раскрываются почки на деревьях дальневосточных видов (ель аянская, ель шероховатая) и ели сибирской, в третьей декаде – на растениях трёх североамериканских видов (ель колючая, ель чёрная, ель красная) и одном западноевропейском (ель сербская). Средние даты окончания линейного роста боковых побегов у всех изученных экзотов приходятся на более поздние, чем у контрольных растений, сроки и приходятся в подавляющем большинстве случаев на третью декаду июня – первую декаду июля. Исключением являются образцы сосны кедровой и сосны низкой. Аналогичная закономерность прослеживается и по датам полного одревеснения побега. Пыление изученных интродуцентов родов пихта и ель происходит в относительно более ранние сроки, чем у местных видов, но укладывается в те же вторую – третью декады мая. Среди изученных образцов родового комплекса *Pinus* только два вида двухвойных сосен пылят раньше сосны обыкновенной (вторая декада мая). Все изученные пятихвойные сосны и западноевропейская сосна горная пылят позже местного вида – в первой-второй декадах июня.

Уровень погодичной изменчивости дат начала отдельных фенофаз (см. табл. 3) существенно зависит от методического подхода к переводу фенодаты в число календарных дней. Если в качестве точки отсчёта выбрано 1 января, уровень изменчивости всех анализируемых показателей является небольшим или входит в границы нижней нормы варьирования (коэффициенты вариации не превышают 24 %). При определении 1 марта как точки отсчёта числа дней до наступления фенофазы, уровень погодичной изменчивости сроков наступления отдельных фаз сезонного развития листа и шиш-

ки может повыситься до границы верхней нормы варьирования (например, коэффициент вариации по фазе Л1 у пихты Семёнова составляет 31,1 %, по фазе Пл1 у сосны Банка – 37,4 %). Предложенная методика перевода фенодат в число дней с даты начала ПТ (в табл. 3 показано на примере рода *Picea*), на наш взгляд, больше приближает показатели погодичной изменчивости сроков наступления фенофаз к их физиологической основе, несмотря на то, что значения коэффициентов вариации оказались выше. У представителей рода ель, выращиваемых в условиях интродукции в БСИ, сроки окончания роста побегов и их полного одревеснения в разные годы колеблются в пределах нижней нормы варьирования. По величинам уровня погодичной изменчивости сроков начала и окончания роста, полного одревеснения побегов, сроков пыления созревания шишек и семян можно делать предварительные выводы об адапционном потенциале изучаемых видов в условиях пункта интродукции: чем меньше значение коэффициента вариации, тем выше адапционный потенциал, так как сроки начала анализируемых фенофаз меньше зависят от метеорологических условий года. Тем не менее, исключать влияние температурного фактора на величину уровня изменчивости мы не имеем права, так как доля его влияния очень высока и у представителей рода ель составляет от 77 до 97 % (табл. 4).

Одним из важнейших показателей интродукционного потенциала экзотов является феноритмотип и степень его соответствия динамике климатических показателей вегетационного периода пункта интродукции или феноритмотипу местного вида изучаемого родового комплекса.

Методические подходы к определению ранней, средней, поздней феноформы различны. Остановимся только на методике А. Звиргзда и М. Кулитис-Авены [8]. Авторы предложили рассчитывать среднюю арифметическую фенодату для всех опытных и контрольных образцов. К ранним феноформам (Р) относить те таксоны, у которых фенодата меньше средней арифметической, к поздним феноформам (П) – от средней арифметической до последней фенодаты. Нами предложено относить таксон к раннему, среднему или позднему феноритмотипу на базе критерия $x_i \geq \leq x_{ср.} \pm \sigma$. После определения феноритмотипа производили подсчёт числа фенофаз экзота с ранними, совпадающими и поздними сроками их начала по сравнению с контрольным видом. Сравнительные результаты феноритмотипов, определенных по двум методикам, приведены в табл. 5.

Таблица 4

Доля влияния активных и эффективных температур на уровень погодичной изменчивости сроков наступления фенофаз у представителей рода *Picea*

| Название вида | Сумма АТ +0 °С | | | Сумма АТ +5 °С | | | Сумма ЭТ +5 °С | | |
|-----------------------|----------------|----------|-----------------|----------------|----------|-----------------|----------------|----------|-----------------|
| | F факт. | F станд. | доля влияния, % | F факт. | F станд. | доля влияния, % | F факт. | F станд. | доля влияния, % |
| <i>P. asperata</i> | 92,0 | 2,0 | 95,3 | 87,5 | 2,0 | 95,1 | 85,3 | 2,0 | 94,9 |
| <i>P. × fennica</i> | 188,8 | 1,7 | 87,1 | 187,3 | 1,7 | 87,1 | 162,6 | 1,7 | 86,2 |
| <i>P. glauca</i> | 148,4 | 1,8 | 93,1 | 148,4 | 1,8 | 93,1 | 138,0 | 1,8 | 92,6 |
| <i>P. glehnii</i> | 91,1 | 1,9 | 90,5 | 80,7 | 1,9 | 89,4 | 72,2 | 1,9 | 88,3 |
| <i>P. jezoensis</i> | 183,9 | 1,8 | 92,4 | 174,6 | 1,8 | 91,4 | 156,8 | 1,8 | 90,5 |
| <i>P. mariana</i> | 142,8 | 1,9 | 97,1 | 86,2 | 1,9 | 95,3 | 96,3 | 1,9 | 95,8 |
| <i>P. obovata</i> | 232,7 | 1,8 | 95,3 | 198,9 | 1,8 | 94,5 | 175,6 | 1,8 | 93,8 |
| <i>P. omorika</i> | 174,6 | 1,8 | 92,2 | 176,7 | 1,8 | 92,3 | 146,3 | 1,8 | 90,8 |
| <i>P. pungens</i> | 75,7 | 1,7 | 78,7 | 76,1 | 1,7 | 77,6 | 68,8 | 1,7 | 77,0 |
| <i>P. rubens</i> | 47,3 | 2,3 | 92,7 | 33,6 | 2,3 | 90,0 | 51,3 | 2,2 | 93,9 |
| <i>P. schrenkiana</i> | 119,9 | 2,1 | 95,8 | 81,9 | 2,1 | 94,0 | 70,6 | 2,1 | 93,1 |

Примечания: F факт. – фактическое значение критерия Фишера, F станд. – табличное значение критерия Фишера

Таблица 5

Соотношение ранних, совпадающих и поздних фенодат по сравнению с феноритмотипами местных видов родовых комплексов, %

| Название вида | $xi < \geq x_{cp.}$ | | | $x_{cp.} \pm \sigma$ | | | Феноритмотип | Класс |
|--|---------------------|-------------|---------|----------------------|-------------|---------|--------------|-------|
| | ранние | совпадающие | поздние | ранние | совпадающие | поздние | | |
| <i>A. alba</i> | 22,2 | 44,5 | 33,3 | 0,0 | 62,5 | 37,5 | СПР/СП | 4/1 |
| <i>A. balsamea</i> | 36,4 | 27,2 | 36,4 | 8,3 | 75,0 | 16,7 | РПС/СПР | 6/3 |
| <i>A. concolor</i> | 0,0 | 58,3 | 41,2 | 8,3 | 41,7 | 50,0 | СП/ПСР | 2/6 |
| <i>A. fraseri</i> | 8,3 | 58,3 | 32,9 | 8,3 | 66,7 | 25,0 | СПР/СПР | 3/4 |
| <i>A. holophylla</i> | 25,0 | 66,7 | 8,3 | 8,3 | 58,3 | 33,4 | СРП/СПР | 5/5 |
| <i>A. lasiocarpa</i> | 66,7 | 25,0 | 8,3 | 25,0 | 50,0 | 25,0 | РСР/СПР | 8/7 |
| <i>A. nephrolepis</i> | 66,7 | 16,65 | 16,65 | 58,3 | 16,7 | 25,0 | РСР/ПС | 9/9 |
| <i>A. sibirica</i> subsp. <i>semenovii</i> | 0,0 | 37,5 | 62,5 | 0,0 | 25,0 | 75,0 | ПС/ПС | 1/2 |
| <i>A. veitchii</i> | 66,7 | 33,3 | 0,0 | 25,0 | 16,7 | 58,3 | РС/ПРС | 7/8 |
| <i>P. asperata</i> | 36,4 | 45,5 | 18,1 | 63,6 | 18,2 | 18,2 | СРП/РСР | 8/9 |
| <i>P. glauca</i> | 36,4 | 36,4 | 27,2 | 18,2 | 63,6 | 18,2 | РСР/СРП | 9/4 |
| <i>P. glehnii</i> | 20,0 | 0,0 | 80,0 | 10,0 | 60,0 | 30,0 | ПР/СПР | 6/2 |
| <i>P. jezoensis</i> | 36,4 | 63,6 | 0,0 | 72,7 | 27,8 | 0,0 | СР/РС | 7/10 |
| <i>P. mariana</i> | 9,1 | 18,1 | 72,8 | 18,2 | 36,4 | 45,4 | ПРС/ПРС | 4/6 |
| <i>P. obovata</i> | 36,4 | 63,6 | 0,0 | 45,5 | 45,5 | 9,0 | СР/РСР | 7/8 |
| <i>P. omorika</i> | 9,1 | 27,3 | 63,6 | 18,2 | 54,5 | 27,3 | ПРС/СПР | 3/5 |
| <i>P. pungens</i> | 8,3 | 50,0 | 41,7 | 9,1 | 27,3 | 63,6 | СПР/ПРС | 2/1 |
| <i>P. rubens</i> | 0,0 | 0,0 | 100,0 | 12,5 | 12,5 | 75,0 | П/ПРС | 1/3 |
| <i>P. schrenkiana</i> | 12,5 | 25,0 | 62,5 | 25,0 | 50,0 | 25,0 | ПРС/СРП | 5/7 |
| <i>P. banksiana</i> | 0,0 | 72,7 | 27,3 | 10,0 | 90,0 | 0,0 | СП/СР | 1/2 |
| <i>P. cembra</i> L. | 30,0 | 60,0 | 10,0 | 60,0 | 30,0 | 10,0 | СРП/РСР | 8/9 |
| <i>Pinus densiflora</i> | 30,0 | 60,0 | 10,0 | 30,0 | 60,0 | 10,0 | СРП/СРП | 8/8 |
| <i>P. koraiensis</i> | 9,1 | 36,4 | 54,5 | 20,0 | 30,0 | 50,0 | ПРС/ПРС | 5/5 |
| <i>P. mugo</i> | 0,0 | 63,6 | 26,4 | 0,0 | 66,7 | 23,3 | СП/СП | 2/1 |
| <i>P. peuce</i> | 11,1 | 33,3 | 55,6 | 22,2 | 44,5 | 33,3 | ПРС/СПР | 6/6 |
| <i>P. pumila</i> | 18,2 | 72,7 | 9,1 | 30,0 | 70,0 | 0,0 | СРП/СР | 7/7 |
| <i>P. sibirica</i> | 0,0 | 60,0 | 40,0 | 20,0 | 80,0 | 0,0 | СП/СР | 3/4 |
| <i>P. strobus</i> | 0,0 | 18,2 | 81,8 | 11,1 | 22,2 | 66,7 | ПС/ПРС | 4/3 |

Примечание: в обозначении феноритмотипа ранние, совпадающие и поздние фенофазы расставлены в порядке убывания их числа; в числителе приведены формула феноритмотипа и класс адаптационного потенциала, оцененные по методике А. Звиргзда, М. Кулитис-Авены, в числителе – по модифицированной методике

Можно видеть, что итоговый феноритмотип и класс адаптационного потенциала в подавляющем большинстве случаев зависят от применяемого методического подхода к его оценке. Исходя из положения, что местные виды родового комплекса имеют максимальный уровень адаптации сезонной динамики развития вегетативных и генеративных органов, можно предположить, что экзоты, имеющие максимальное количество совпадений с местными видами по одноименным фенофазам, будут иметь больший адаптационный потенциал.

Так как в районе расположения БСИ возможны поздние весенние заморозки, а ранние осенние бывают позже сроков полного одревеснения побегов исследованных видов, таксоны с поздним феноритмотипом будут иметь более высокий адаптационный потенциал, чем с ранним. На основании двух выше приведённых предположений классы адаптационного потенциала экзотов в порядке убывания представлены в табл. 5. Можно видеть, что второй методический подход более верно описывает состояние растений. Исключение составляют представители рода *Abies*. Например, пихта белая отнесена к первому классу адаптационного потенциала на основании феноритмотипа без учёта низкой зимостойкости изученных экземпляров. К самым низким классам адаптационного потенциала отнесены дальневосточные пихта Вича и пихта белокорая, имеющие нор-

мальное развитие и не повреждающиеся поздними весенними заморозками. Таким образом, на основании феноритмотипа можно делать только предварительные оценки интродукционного потенциала растений исследуемых образцов.

Несколько слов об использовании методики А. Звиргзда и М. Кулитис-Авены [8] по оценке устойчивости экзотов по величине фенологического расстояния (далее ФР). ФР определяется как квадратный корень из сумм квадратов разностей численных выражений характерных фенодат контроля (местный вид родового комплекса) и изучаемого растения. Степень устойчивости экзота определяется величиной разброса по годам вычисленных значений ФР: чем менее устойчив вид, тем больше разброс ФР по годам. Таким образом, можно построить ряд устойчивости экзотов одного рода. Если рассчитать среднее арифметическое разбросов ФР изучаемых таксонов и образцов и стандартную ошибку, используя критерий $x_{cp} \pm \sigma$, виды с разбросом ФР меньше $x_{cp} - \sigma$ можно отнести к категории «фенологически устойчивых», виды с разбросом ФР больше $x_{cp} + \sigma$ – к «фенологически неустойчивым», виды с разбросом ФР меньше $x_{cp} + \sigma$ и больше $x_{cp} - \sigma$ – к «фенологически среднеустойчивым» в изучаемом родовом комплексе. Пример результатов определения ФР интродуцированных в БСИ видов ели и категории «фенологической устойчивости» приведен в табл. 6.

Таблица 6

Разброс фенологических расстояний и категория «фенологической устойчивости» интродуцированных в БСИ видов рода *Picea*

| Название вида | Разброс ФР по 1.01 | КФУ | Разброс ФР по ПТ | КФУ | Разброс ФР по сумме АТ +0 °С | КФУ | Разброс ФР по сумме АТ +5 °С | КФУ | Разброс ФР по сумме ЭТ +5 °С | КФУ |
|----------------------|--------------------|-----|------------------|-----|------------------------------|-----|------------------------------|-----|------------------------------|-----|
| <i>P. pungens</i> | 49,15 | С | 48,15 | С | 633,23 | С | 660,37 | С | 442,41 | С |
| <i>P. jezoensis</i> | 37,59 | С | 37,72 | С | 659,12 | С | 659,12 | С | 470,86 | С |
| <i>P. omorica</i> | 144,81 | Н | 131,29 | Н | 1132,63 | Н | 1074,04 | Н | 619,76 | Н |
| <i>P. glehnii</i> | 47,17 | С | 39,24 | С | 742,71 | С | 741,06 | С | 551,5 | Н |
| <i>P. glauca</i> | 76,58 | С | 21,17 | С | 644,6 | С | 666,25 | С | 485,33 | С |
| <i>P. obovata</i> | 35,15 | С | 34,97 | С | 572,7 | С | 572,7 | С | 397,03 | С |
| <i>P. shrenkiana</i> | 26,4 | С | 26,4 | С | 385,05 | У | 406,43 | У | 531,13 | С |
| <i>P. mariana</i> | 35,42 | С | 35,42 | С | 532,97 | С | 529,66 | С | 373,17 | С |
| <i>P. rubens</i> | 34,77 | С | 34,77 | С | 401,1 | С | 403,21 | У | 300,76 | У |
| <i>P. asperata</i> | 18,36 | С | 18,36 | С | 417,89 | С | 456,61 | С | 357,58 | С |

Примечание: КФУ – категория «фенологической устойчивости»; разброс ФР по 1.01. – ФР рассчитаны на основе перевода фенодаты в число дней с 1 января; разброс ФР по ПТ – ФР рассчитаны на основе перевода фенодаты в число дней с даты устойчивого перехода среднесуточных температур воздуха через +0 °С; разброс ФР по сумме АТ +0 °С – ФР рассчитаны на базе суммы накопленных положительных температур на дату оцениваемой фенофазы; разброс ФР по сумме АТ +5 °С – ФР рассчитаны на базе суммы накопленных среднесуточных температур выше +5 °С на дату оцениваемой фенофазы; разброс ФР по сумме ЭТ +5 °С – ФР рассчитаны на основе суммы накопленных среднесуточных температур выше +5 °С за вычетом базовых 5 °С на дату оцениваемой фенофазы

Перевод фенодат в число календарных дней с 1 января или 1 марта не влияет на величину ФР. Также не влияет на категорию «фенологической устойчивости» и перевод фенодаты в число календарных дней с даты перехода среднесуточных температур воздуха через $+0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Расчёт разброса ФР по показателям обеспеченности теплом вегетационного периода даёт иную картину в распределении интродуцированных елей по категориям «фенологической устойчивости». Например, ель Глена из категории «среднеустойчивых» попадает в категорию «неустойчивых» в случае использования в качестве точки отсчёта фенодат сумму ЭТ $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ель красная переходит из категории «среднеустойчивых» в категорию «устойчивых» при переводе фенодат с точки отсчёта сумм АТ $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ЭТ $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ель Шренка также демонстрирует переход из категории «среднеустойчивых» в категорию «устойчивых», если за точку отсчёта берутся суммы АТ.

Вероятно, данные «переходы» у отдельных изученных видов могут быть одним из критериев оценки влияния температурных факторов на сроки наступления отдельных фаз сезонного развития, однако данные предположения требуют дополнительных исследований и обоснования.

Заключение

Интродукционная работа всегда имеет творческий и инновационный характер, так как любая попытка ввести в культуру в конкретном регионе новый таксон сопровождается поиском оптимальных методов подбора исходного материала, его мобилизации, приёмов и способов выращивания, технологий размножения, предварительной оценки его перспективности и дальнейших вторичных интродукционных испытаний. Каждый пункт интродукции имеет свои экологические особенности, поэтому реакция генотипов может оказаться непредсказуемой. Именно поэтому отобранные стандартные и частные методики в области интродукции и акклиматизации растений должны пройти апробацию применительно к конкретным объектам и условиям.

Автор выражает искреннюю благодарность научным руководителям БСИ Б. М. Алимбеку, В. И. Пчелину, М. М. Котову за проведённую организационно-методическую работу, кураторам дендрария Л. И. Котовой, В. А. Крейеру, Г. А. Мокосеевой, систематически проводившим фенологические наблюдения, а также сотрудникам, ежедневно снимающим метеопозволения.

Литература

1. Базилевская Н. А. Теории и методы интродукции растений / Н. А. Базилевская. – М. : Изд-во МГУ, 1964. – 131 с.
2. Встовская Т. Н. Древесные растения Центрального сибирского ботанического сада / Т. Н. Встовская, И. Ю. Коропачинский. – Новосибирск : Изд-во «Гео», 2005. – 235 с.
3. Деревья и кустарники СССР: дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции : Т. 1. Голосеменные / Ред. С. Я. Соколов, Б. К. Шишкин. – М. -Л. : Изд-во АН СССР, 1949. – 463 с.
4. Джексон П. В. Анализ коллекций и научно-технической базы ботанических садов / П. В. Джексон // Информ. бюл. Совета ботан. садов России и Московского отделения Междунар. совета ботан. садов по охране растений. – 2001. – Вып. 12. – С. 59–66.
5. Древесные растения Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН: 60 лет интродукции / отв. ред. А. С. Демидов. – М. : Наука, 2005. – 586 с.
6. Жизнь растений : Т. 4. Мхи, плауны, хвощи, папоротники, голосеменные растения / под ред. И. В. Грушвицкого, С. Г. Жилина. – М. : Просвещение, 1978. – С. 315–334, 350–373.
7. Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев. – М. : Наука, 1984. – 424 с.
8. Звиргзд А. Координатный метод обработки фенологических данных / А. Звиргзд, М. Кулитис-Авена // Интродукция растений в ботанических садах Прибалтики. – Рига : Зинатне, 1974. – С. 7–15.
9. Карпун Ю. Н. Основы интродукции растений / Ю. Н. Карпун // Hortus botanicus: Междунар. журн. ботан. садов. – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2005. – № 2. – С. 17–32.
10. Козубов Г. М. Современные голосеменные (морфолого-систематический обзор и кариология) / Г. М. Козубов, Е. Н. Муратова / отв. ред. А. А. Яценко-Хмелевский. – Л. : Изд-во «Наука», Ленингр. отд., 1986. – 192 с.
11. Коропачинский И. Ю. Древесные растения Азиатской России / И. Ю. Коропачинский, Т. Н. Встовская. – Новосибирск : Изд-во «Гео», 2002. – 707 с.
12. Котов М. М. Применение биометрических методов в лесной селекции : учеб. пособие / М. М. Котов, Э. П. Лебедева. – Горький : Горьк. гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского, 1977.
13. Крюссман Герд. Хвойные породы / Герд Крюссман / пер. с нем. Н. Н. Непомнящего : под ред. Н. Б. Гроздовой. – М. : Лесн. пром-сть, 1986. – 256 с.
14. Кулагин Ю. З. Адаптация как основной вопрос эколого-эволюционного изучения лесных деревьев / Ю. З. Кулагин // Вопросы адаптации растений к экстремальным условиям севера. – Петрозаводск : Карельский филиал АН СССР, 1975. – С. 5–15.

15. Лабин В. Ботанические сады и биоразнообразие / В. Лабин, М. Дриш, В. Бартлофт // Ботанические сады и сохранение биологического разнообразия. Обмен опытом : доклады и результаты проведенного в Грузии одноименного семинара с 23 по 28 мая 1999 г. – Бонн (Германия), 2001. – С. 27–39.
16. Лапин П. И. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений / П. И. Лапин, С. В. Сиднева // Опыт интродукции древесных растений : сб. науч. работ. – М. : ГБС, 1973. – С. 7–67.
17. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР / Совет ботан. садов СССР. – М. : ГБС АН СССР, 1975. – 27 с.
18. Мидлтон М. Р. Анализ статистических данных с использованием Microsoft®Excel для Office XP : учеб. изд. / М. Р. Мидлтон / пер. с англ.; под ред. Г. М. Кобелькова. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 296 с.
19. Некрасов В. И. Актуальные вопросы развития теории акклиматизации растений / В. И. Некрасов / отв. ред. Н. В. Цицин. – М. : Наука, 1980. – 102 с.
20. Овсянникова А. О подсчете дат устойчивого перехода температуры воздуха через 0, 5, 10, 15 °С весной и осенью / А. О. Овсянникова // Инженер-агрометеоролог отд. агрометпрогнозов Горьковского бюро погоды. – 4 с.
21. Практикум по агрометеорологии : учеб. / В. А. Сенников [и др.]. – М. : КолосС, 2006. – 215 с.
22. Пчелин В. И. Дендрология : учебник / В. И. Пчелин. – Йошкар-Ола : Мар. гос. техн. ун-т, 2007. – 520 с.
23. Трулевич Н. В. Эколого-фитоценологические основы интродукции растений / Н. В. Трулевич. – М. : Наука, 1991. – 216 с.
24. Фирсов Г. А. Хвойные в Санкт-Петербурге / Г. А. Фирсов, Л. В. Орлова. – СПб. : Изд-во «Росток», 2008. – 336 с.
25. Флора СССР : Т. 1. / Е. Г. Бобров [и др.]. – Л. : Изд-во АН СССР, 1934. – 302 с.
26. Шкутко Н. В. Хвойные экзоты Белоруссии и их хозяйственное значение / Н. В. Шкутко. – Минск : Изд-во «Наука и техника», 1970. – 269 с.
27. Rehder A. Manual of cultivated trees and shrubs hardy in North America exclusive of the subtropical and warmer temperate regions / A. Rehder. – N. Y. : The MacMillan Company, 1949. – P. 8–48.
28. The Gymnosperm Database [Electronic resource]. – Режим доступа: <http://www.conifers.org>
29. The Plant List [Electronic resource]. – Режим доступа: <http://www.theplantlist.org/browse/G/>.

Use of techniques of data processing in phenological observations (on the example of *Pinaceae* Lindl.)

S. M. Lazareva

Mari State Technical University, Botanical Garden Institute, Yoshkar-Ola

Abstract. Data on meteorological and phenological observations during 1968–2010 over 31 species of *Pinaceae* grown up in the arboretum of the Botanical Garden Institute of MarSTU are presented. The comparative analysis of the standard and modified private techniques of mathematical data processing of phenological observations on an example of the *Pinaceae* is given.

Keywords: conifer introducents, phenological observations, phenological data, type of phenological development, phenological distance, phenological stability.

Лазарева Светлана Михайловна
Марийский государственный технический
университет, Ботанический сад-институт
424000, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
тел. (927) 680–20–07
E-mail: svel1967@mail.ru

Lazareva Svetlana Mikhailovna
Botanical Garden Institute, Mari State Technical
University
3, Lenin Pl., Yoshkar-Ola, 424000
Ph. D. of Agriculture, ass. prof.
phone. (927) 680–20–07
E-mail: svel1967@mail.ru



УДК 504.05 (504.73:504.53.054)

Питательный статус древесных растений как интегральный показатель состояния урбоэкосистемы

Т. А. Михайлова, О. В. Шергина

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск

E-mail: mikh@sifibr.irk.ru

Аннотация: Показано, что на урбанизированных территориях Приангарья (Иркутск, Ангарск, Усолье-Сибирское, Шелехов) ключевыми факторами, негативно воздействующими на питательный режим древесных растений, служат: повышенный уровень техногенного загрязнения атмосферного воздуха, вызывающий нарушения биогенной миграции элементов питания в растениях и почве, а также высокая рекреационная нагрузка, изменяющая морфологические и физико-механические свойства почв. Среди комплекса техногенных поллютантов неорганической природы наиболее сильное негативное воздействие на питательный статус древостоев оказывают диоксид серы и аэрозоли тяжёлых металлов – они влияют путём прямого фолитарного поглощения их растениями и косвенного, через загрязнение почвенного покрова.

Ключевые слова: урбоэкосистема, техногенное загрязнение, элементы-биофилы, элементы-поллютанты, древесные растения, генетический профиль почв.

Введение

Современный город – это природно-техногенная среда, в которой для создания комфортных условий проживания населения необходимо равновесие «природной» и «техногенной» составляющих, так, чтобы первая нейтрализовала пресс второй. В большинстве же случаев на урбанизированных территориях преобладают процессы антропогенного нарушения состояния природных компонентов. Среди таких процессов доминирует нарастающее техногенное загрязнение атмосферного воздуха, растительности, почвы, водоёмов. Подобная ситуация сложилась во многих крупных городах Сибири. Она осложняется тем, что высокий уровень загрязнения окружающей среды обуславливается не только большими объёмами техногенных выбросов промышленных предприятий, ТЭЦ, автотранспорта, но и спецификой природных условий региона (резко континентальный климат, большая продолжительность холодного периода года, антициклональный тип погоды, частые атмосферные температурные инверсии, сильная расчленённость рельефа и др.), которые препятствуют самоочищению приземного слоя атмосферы.

Сокращение негативных последствий этих нарушений может осуществляться, с одной стороны, путём модернизации технологий, в том числе направленных на увеличение степе-

ни очистки выбросов и стоков, а с другой – через оптимизацию состояния мощных биологических стабилизаторов окружающей среды – древесных растений и почвенного покрова. В этом плане одним из наиболее значимых направлений улучшения экологической ситуации в крупных городах является сохранение и создание различных типов и категорий зелёных насаждений.

Поскольку на городской территории именно древесные растения выполняют основные средообразующие и санитарно-защитные функции (выделение кислорода, поглощение поллютантов, улучшение гидротермических условий, создание комфортного микроклимата, снижение уровня шума и др.), то их следует рассматривать как главнейший компонент урбоэкосистемы. Древесные растения принимают на себя значительную эмиссионную нагрузку, во многом определяя последующую циркуляцию элементов-поллютантов в урбоэкосистеме. Особенно информативны данные о содержании химических элементов в ассимилирующей фитомассе, поскольку её показатели отражают состояние и функционирование всего растения.

Цель данной работы – исследовать характеристики питательного статуса древесных растений на урбанизированных территориях и выявить основные факторы, вызывающие его нарушение.

В основу исследований положен разработанный нами методологический подход к оценке экологического состояния городов [9]. Подход базируется на выявлении и исследовании комплекса взаимосвязанных параметров древесных растений и почв на профилно-генетическом уровне и учитывает взаимообусловленное изменение этих компонентов при техногенном загрязнении. Нами показано, что питательный статус древесных растений очень чувствителен к воздействию негативных факторов, особенно к техногенному химическому загрязнению атмосферного воздуха и почвы. Это связано с нарушением биогеохимических циклов многих элементов, в том числе биогенных, за счёт нерегулируемого привноса вещества с выбросами [4].

Для оценки изменения питательного статуса древесных растений в урбоэкосистемах мы проводили исследования в системе «почва – растение», при этом рассматривали содержание и соотношение биогенных элементов и элементов-поллютантов в ассимиляционных органах деревьев, связь между балансом элементов в ассимилирующей фитомассе и в генетических горизонтах почв, зависимость нарушения ростовых характеристик деревьев от пула поллютантов в ассимилирующей фитомассе и от степени антропогенной нарушенности почв.

Материалы и методы

Изучение питательного статуса древесных растений проводилось в 2007–2010 гг. на территориях промышленных городов Приангарья: Иркутска, Ангарска, Усолья-Сибирского, Шелехова. Эти города характеризуются сложной экологической обстановкой и занимают прочную позицию в десятке самых загрязнённых населённых пунктов России, индекс загрязнения атмосферного воздуха в них превышает 19,5 [2]. С выбросами промышленности и автотранспорта в атмосферу г. Иркутска ежегодно поступает до 155 тыс. т токсичных компонентов, г. Ангарска – до 215 тыс. т, г. Усолья-Сибирского – до 42 тыс. т, г. Шелехова – до 39 тыс. т [8].

Натурные исследования проводили в парковых и лесопарковых зонах урбанизированных территорий, где выбирали ключевые участки. Объектами исследований служили древесные породы: сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L., лиственница сибирская *Larix sibirica* Ledeb., берёза повислая *Betula pendula* Roth., тополь *Populus sp.*, произрастающие на серых

лесных почвах. Всего в городах были обследованы 32 ключевых участка. Фоновые участки выбирали в естественных лесах Предбайкалья с идентичным генезисом почв на удалении 50–120 км от промышленных центров.

На ключевых участках проводили геоботаническое описание, определяли процент дорожно-тропиночной сети, оценивали повреждение деревьев насекомыми-вредителями и болезнями, отбирали образцы хвои (листьев) на содержание химических элементов, проводили измерение морфоструктурных параметров крон. Изучение почв проводили методом почвенных разрезов глубиной до 1,5 м и посредством отбора усреднённых проб квадратно-конвертным методом из слоя 0–20 см (органическая подстилка и верхние гумусово-аккумулятивные горизонты Ad и A). В лабораторных условиях в растительных и почвенных образцах определяли содержание валовых и подвижных форм тяжёлых металлов методом атомной абсорбции с электротермической атомизацией на приборе-компьютере AAS Vario-6 [10]. Содержание азота, фосфора, серы, калия, натрия, кальция, магния, марганца в ассимиляционных органах древесных растений и почвенном растворе определялось по общепринятым отечественным методикам [1; 3] и международным, изложенным в ICP Forests [11]. Для статистической обработки полученных данных использовали стандартные методы (включая корреляционный и регрессионный анализы) и программное обеспечение Microsoft Excel, Mathcad 12, Statistica 6.

Результаты и обсуждение

В ходе проведённых исследований обнаружено, что в урбоэкосистемах Приангарья среди комплекса техногенных поллютантов неорганической природы наиболее сильное негативное воздействие на питательный статус деревьев оказывают диоксид серы и аэрозоли тяжёлых металлов. Так, на урбанизированной территории Иркутска концентрация свинца в хвое и листьях деревьев, произрастающих в центре города, превышает фоновые значения до 15 раз, кадмия – до 8 раз, меди и серы – до 5 раз. На участках городской территории, прилегающих к ТЭЦ и промышленным предприятиям, превышение фоновых концентраций свинца в хвое и листьях ещё большее – до 25 раз. Для деревьев, произрастающих на городских окраинах, выявлено небольшое (до 3 раз) превышение уровня элементов-загрязнителей в ассимиляционных органах.

Показано также, что при увеличении доли элементов-поллютантов (серы, свинца, кадмия, меди) в хвое и листьях параллельно происходит снижение долей фосфора, магния, калия и марганца. Например, в центральной, наиболее загрязнённой, части г. Иркутска в ассимиляционных органах деревьев обнаруживается самое сильное снижение уровня биогенных элементов на фоне увеличения концентраций свинца и серы (табл. 1). На городских окраинах дисбаланс элементов в хвое и листьях деревьев меньший, тем не менее, он явно выражен в сравнении с фоновыми территориями.

Воздействие элементов-загрязнителей на питательный статус деревьев происходит не только путем их прямого фолиарного поглощения, но и косвенно, через загрязнение почвенного покрова. При исследовании городских почв обнаружено активное перемещение и накопление подвижных форм тяжёлых металлов во всех их генетических горизонтах: O–Ad–A–AB–B(VE)–Bt,f–BC–C. При этом уровень свинца в горизонтах почв может превышать фоновые значения до 25 раз, кадмия и меди – до 15 раз. Что касается сульфат-иона, обнаружена разная аккумулятивная способность по отношению к нему генетических горизонтов почвенного профиля. Так, в органической подстилке и верхних гумусовых горизонтах содержание подвижной серы превышает фоновый уровень до 8 раз. Это указывает на высокое поступление техногенной серы на поверхность почвы с выбросами и дальнейшую прочную фиксацию её органическим веществом почв. В органо-минеральных горизонтах AB и минеральных горизонтах B(VE) отмечается снижение уровня серы, что обусловлено промывным типом режима почв. В иллювиальных текстурных горизонтах Bt,f концентрация серы снова возрастает (до 9 раз в сравнении с фоновыми значениями) за счёт прочной фиксации её ионов иллювиальными коллоидами. В почвообразующих горизонтах обнаруживается значительное увеличение содержания серы – фоновый уровень превышен в 24 раза, это указывает на активную фильтрацию сульфат-иона из верхней части почвенного профиля в нижележащие горизонты.

Результаты исследований свидетельствуют, что поступающие с техногенными выбросами элементы-поллютанты в первую очередь взаимодействуют с почвенным поглощающим комплексом (ППК). При этом подвижные

формы тяжёлых металлов и серы изменяют миграционную способность и доступность обменных катионов (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) для корневых систем растений, что приводит к нарушению трендов основных биогенных элементов и их дисбалансу в ассимилирующей фитомассе древесных растений. Так, в хвое сосны соотношение N:P:K изменяется за счёт повышения доли азота и снижения долей калия и фосфора. Если на фоновых территориях соотношение N:P:K составляет 69:10:21, то на территории г. Иркутска – 77:8:15, г. Ангарска – 76:8:16, г. Шелехова – 82:5:13.

Для генетических горизонтов городских почв обнаружены прямые корреляционные связи между содержанием сульфат-иона и обменного кальция, а также подвижного свинца и обменного кальция ($r = 0,78–0,88$, $P = 0,05$, $n = 85$). Это указывает на то, что в городских почвах ионы серы и свинца проявляют высокую химическую активность по отношению к обменным формам кальция, образуя прочные связи в ППК и препятствуя таким образом поступлению кальция в растительный организм. Подобные химические взаимодействия обнаруживаются и для других биогенных элементов.

Установлено, что активное накопление элементов-загрязнителей в верхних горизонтах городских почв приводит к их аккумуляции в ассимиляционных органах растений. Нами выявлена прямая корреляция между содержанием меди, свинца, кадмия в верхних почвенных горизонтах с концентрацией этих элементов в хвое и листьях древесных растений (рис. 1). Эти данные свидетельствуют о связи между накоплением тяжёлых металлов в органическом веществе почв и фитомассе древесных растений. Прямые достоверные связи выявлены также между содержанием элементов-загрязнителей в других горизонтах почвенного профиля и их накоплением в хвое и листьях городских деревьев (табл. 2). На примере свинца и серы показано, что это связи высокого уровня значимости. Согласно этим результатам, свинец и сера могут легко поступать в ассимиляционные органы растений из всех горизонтов городских почв. В целом же можно говорить, что на урбанизированных территориях наблюдается активное вертикальное перераспределение поллютантов в системе «генетический профиль почв – корневая система растений».

Таблица 1

Изменение соотношений* концентраций элементов в хвое и листьях деревьев на городских и фоновых территориях

| Соотношение элементов | Сосна | | | Береза | | |
|-----------------------|--------------|-------------------|-------|--------------|-------------------|-------|
| | Центр города | Городские окраины | Фон | Центр города | Городские окраины | Фон |
| P:Pb | 69:31 | 82:18 | 96:4 | 74:26 | 89:11 | 92:8 |
| Mg:Pb | 64:36 | 80:20 | 91:9 | 78:22 | 85:15 | 96:4 |
| K:Pb | 52:48 | 79:21 | 93:7 | 69:31 | 84:16 | 92:8 |
| Mn:Pb | 55:45 | 70:30 | 94:6 | 71:29 | 82:18 | 97:3 |
| P:S | 84:16 | 86:14 | 90:10 | 85:15 | 86:14 | 89:11 |
| Mg: S | 89:11 | 94:6 | 96:4 | 88:12 | 95:5 | 96:4 |
| K: S | 76:24 | 81:19 | 88:12 | 77:23 | 82:18 | 87:13 |
| Mn: S | 65:35 | 84:16 | 89:11 | 82:18 | 92:8 | 94:6 |

*Соотношения вычислялись как процентная доля каждого элемента от суммы концентраций двух (трёх) элементов в сухом веществе хвои

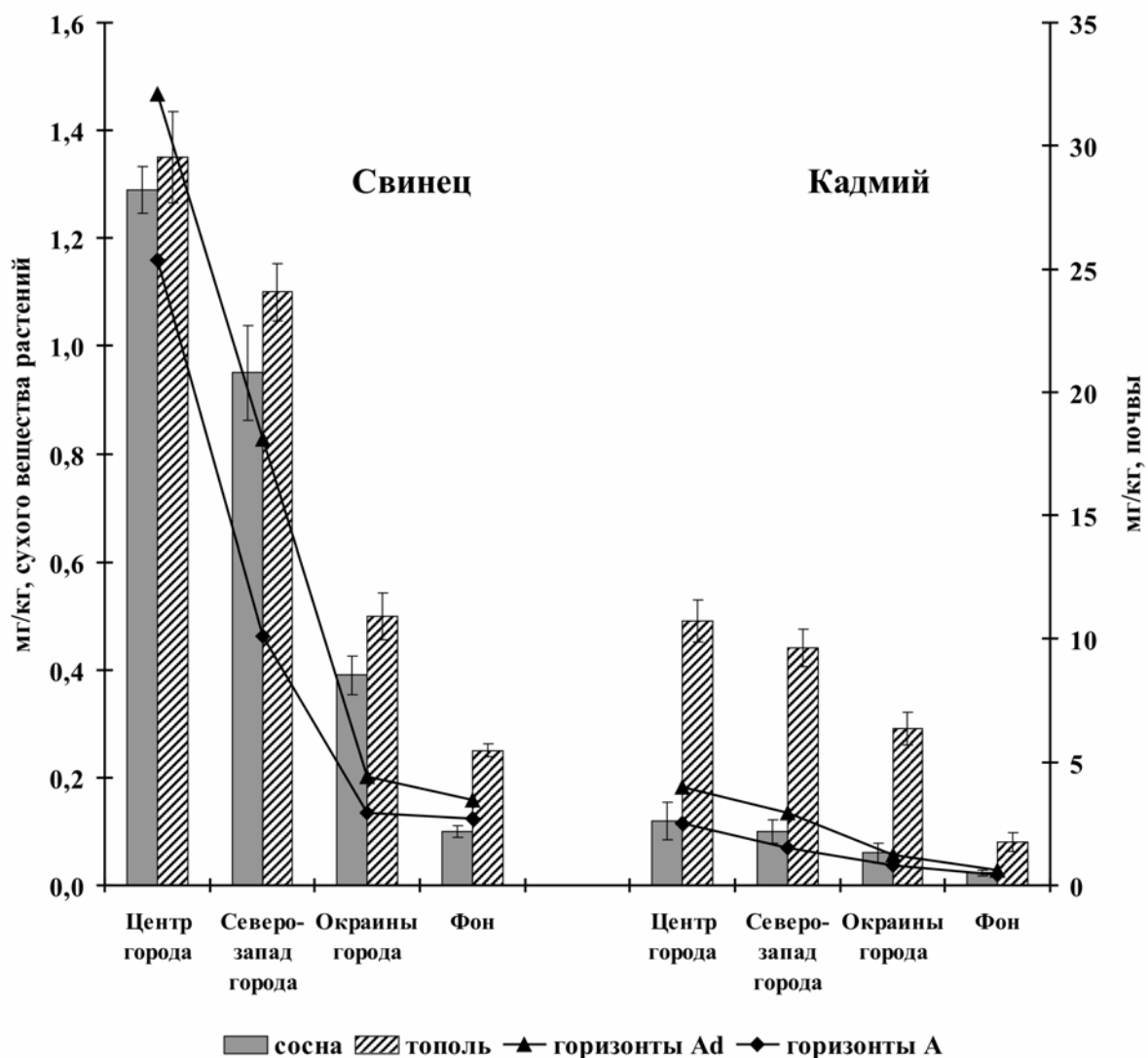


Рис. 1. Содержание свинца и кадмия в хвое сосны, листьях тополя и в верхних органоминеральных горизонтах почв в разных районах Иркутска

Таблица 2

Коэффициенты корреляции между содержанием поллютантов (свинца и серы) в горизонтах почв и хвое (листьях) деревьев на территории г. Иркутска ($P = 0,05$, $n = 16$)

| Объект исследования | Индексы горизонтов почвенного профиля | | | | | | | |
|---------------------|---------------------------------------|------|------|------|-------|-------|------|------|
| | O | Ad | A | AB | B(BE) | Bt, f | BC | C |
| Свинец | | | | | | | | |
| Хвоя сосны | 0,73 | 0,61 | 0,71 | 0,70 | 0,60 | 0,68 | 0,63 | 0,71 |
| Хвоя лиственницы | 0,54 | 0,62 | 0,58 | 0,68 | 0,55 | 0,54 | 0,54 | 0,67 |
| Листья берёзы | 0,59 | 0,74 | 0,62 | 0,54 | 0,67 | 0,65 | 0,62 | 0,61 |
| Листья тополя | 0,61 | 0,69 | 0,75 | 0,60 | 0,52 | 0,58 | 0,52 | 0,63 |
| Сера | | | | | | | | |
| Хвоя сосны | 0,86 | 0,82 | 0,58 | 0,42 | 0,50 | 0,75 | 0,65 | 0,55 |
| Хвоя лиственницы | 0,68 | 0,70 | 0,48 | 0,43 | 0,42 | 0,65 | 0,50 | 0,45 |
| Листья берёзы | 0,77 | 0,65 | 0,60 | 0,45 | 0,55 | 0,70 | 0,60 | 0,50 |
| Листья тополя | 0,87 | 0,60 | 0,55 | 0,50 | 0,60 | 0,80 | 0,70 | 0,60 |

Элементы-загрязнители, поступившие в ассимиляционные органы через почву или аэральным путём, оказывают выраженное негативное воздействие на ростовые процессы древесных растений. Об этом свидетельствуют выявленные корреляции между параметрами крон деревьев сосны и содержанием серы, фтора, хлора, свинца, кадмия в её хвое (табл. 3). Такие зависимости характерны для урбоэкосистем Иркутска, Шелехова, Ангарска, Усолья-Сибирского. На фоновых территориях подобных достоверных корреляционных связей не обнаруживается.

Исследования показали, что ухудшение жизненного состояния древесных растений в городах обусловлено, помимо загрязнения, высокой рекреационной нагрузкой, изменяющей морфологические и физико-механические свойства почв. Так, при увеличении плотности почвы в 1,5 раза обнаруживается снижение её пористости на 35 %, аэрации – на 75 %, общей влажности – в 2,5 раза. Поскольку физические свойства почв тесно связаны с целым рядом её химических параметров, они во многом определяют состояние ППК, а значит и питательного статуса растений. В конечном итоге ухудшение физических характеристик почв приводит к подавлению роста растений. Это подтверждается корреляционными связями, большинство из которых высокого уровня

значимости, между морфоструктурными параметрами деревьев и физическими показателями почв в городах (табл. 4).

Показано также, что ухудшение почвенных условий приводит к значительным трансформациям в сообществах травянистых растений. При увеличении плотности сложения почв обнаруживается снижение до 50 % проективного покрытия, уменьшение на 30–40 % общего количества видов, повышение на 50 % доли рудеральных видов с мощной мочковатой корневой системой и, как следствие, увеличение подземной биомассы в сравнении с надземной в 1,5–2 раза. Этот процесс приводит к резкому ухудшению физико-механических свойств органо-минеральных горизонтов почвы.

Таким образом, в пределах городских территорий техногенное загрязнение и рекреационная нагрузка оказывают сильное повреждающее воздействие на жизненное состояние растений. Вместе с тем выявляется ведущая роль именно техногенного загрязнения в нарушении питательного статуса и состояния деревьев в урбоэкосистемах. При параллельном воздействии этих двух факторов тренд к улучшению состояния древесных растений отмечается только при снижении уровня загрязнения, в то время как влияние рекреационной нагрузки не было столь однозначным (рис. 2).

Таблица 3

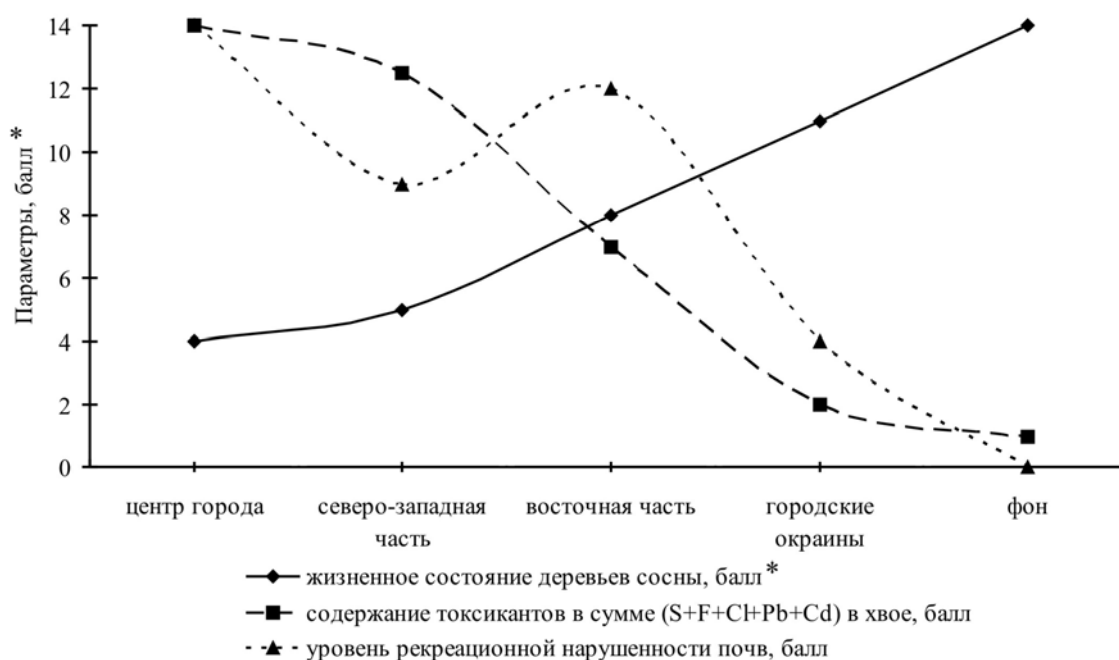
Коэффициенты корреляции между морфоструктурными параметрами крон деревьев сосны и содержанием элементов-загрязнителей в её хвое на урбанизированных территориях Приангарья ($P = 0,05$, $n = 32$)

| Параметры древесных растений | Элементы-загрязнители | | | | |
|------------------------------|-----------------------|-------|-------|--------|--------|
| | фтор | сера | хлор | свинец | кадмий |
| Масса хвои на побеге | -0,73 | -0,70 | -0,68 | -0,69 | -0,80 |
| Количество хвоинок на побеге | -0,64 | -0,68 | -0,69 | -0,72 | -0,58 |
| Длина побегов | -0,62 | -0,69 | -0,78 | -0,78 | -0,51 |
| Длина хвои | -0,69 | -0,62 | -0,62 | -0,72 | -0,83 |
| Уровень дефолиации крон | 0,71 | 0,75 | 0,58 | 0,74 | 0,67 |

Таблица 4

Коэффициенты корреляции между морфоструктурными параметрами крон хвойных деревьев и физическими характеристиками верхних горизонтов почв городов Иркутска и Усолья-Сибирского ($P = 0,05, n = 32$)

| Параметры древесных растений | Физические характеристики почвенного покрова | | | | |
|-----------------------------------|--|-----------|------------|---------|-----------|
| | нарушение структуры | влажность | пористость | аэрация | плотность |
| Сосна | | | | | |
| Масса хвои на побеге | -0,64 | 0,63 | 0,70 | 0,77 | -0,76 |
| Количество хвоинок на побеге | -0,60 | 0,63 | 0,58 | 0,61 | -0,70 |
| Длина побегов | -0,53 | 0,57 | 0,62 | 0,65 | -0,69 |
| Длина хвои | -0,78 | 0,84 | 0,81 | 0,80 | -0,77 |
| Уровень дефолиации крон | 0,76 | -0,70 | -0,75 | -0,85 | 0,72 |
| Лиственница | | | | | |
| Масса хвои на побеге | -0,63 | 0,64 | 0,72 | 0,75 | -0,76 |
| Количество брахибластов на побеге | -0,64 | 0,61 | 0,57 | 0,60 | -0,68 |
| Длина побегов | -0,51 | 0,54 | 0,60 | 0,64 | -0,67 |
| Длина хвои | -0,68 | 0,78 | 0,77 | 0,76 | -0,70 |
| Уровень дефолиации крон | 0,75 | -0,72 | -0,77 | -0,88 | 0,78 |



*Все показатели выражены в нормированных относительно фона единицах (баллах)

Рис. 2. Связь жизненного состояния деревьев сосны с уровнем техногенного загрязнения и рекреационной нарушенностью почв на территории г. Иркутска

К числу сопутствующих негативных факторов, влияющих на состояние деревьев на урбанизированных территориях, следует отнести поражение их грибными болезнями и энтомофагами [6; 7]. Как правило, этот фактор оказывает меньшее поражающее воздействие на растения, но в сочетании с ключевыми вышеназванными фитопатогенный эффект может значительно усилиться. При обследо-

вании территории г. Иркутска выявлено, что из фитопатогенных грибов наиболее распространены: *Nectria cinnabarina*, *Tubercularia vulgaris*, *Melanconium betulinum*, *Microsphaera betulae*, *Cytospora chrysosperma*, *Cytospora nivea*, *Phyllosticta populina*, *Uncinula salicis f. populorum*, *Melampsora larici-populina*, *Melampsora medusa*, которые сильно повреждают листья и ветви берёзы и тополя. На хвойных по-

родах часто наблюдается заболевание шютте, оно проявляется в пожелтении хвои, вызванном различными видами микромицетов. Так, поражение хвои сосны вызывают грибы рода *Lophodermium*, лиственницы – *Hartigella laricis*, ели – *Lirula macrospora*.

Кроме того, в городских насаждениях отмечается распространение энтомофитовредителей. Лиственница сильно повреждается лиственничной почковой галлицей и лиственничной чехлоноской, ель – еловой ложнощитовкой и зелёным хермесом, тополь – тополёвой молью-пестрянкой, берёза – берёзовым мешетчатым клещиком, яблоня сибирская – медяницей, черёмуха – галловым черёмуховым клещом, черемуховой молью и боярышницей, груша – грушевым галловым клещом.

Поражение деревьев энтомофитовредителями и грибными болезнями может существенно нарушать баланс элементов питания в хвое и листьях. При этом обнаружено, что в ассимилирующей фитомассе особенно сильно снижается содержание таких биогенных элементов, как азот, калий, магний, кальций, фосфор, марганец.

Научный анализ полученных данных даёт возможность разработать рекомендации для улучшения состояния растительных сообществ и почвенного покрова в городах. Это повысит эффективность их функционирования как стабилизаторов экологического равновесия урбанизированных территорий. Нами разработаны общие принципы создания оптимального озеленения городов [6], а для Иркутска – подробные рекомендации по улучшению состояния парковых зон [5; 10].

Выводы

При исследовании урбанизированных территорий (промышленных городов Приангарья) показано, что ключевыми факторами, негативно воздействующими на питательный статус древесных растений, служат повышенный уровень техногенного загрязнения атмосферного воздуха, вызывающий нарушения биогенной миграции элементов питания в растениях и почве, а также высокая рекреационная нагрузка, изменяющая морфологические и физико-механические свойства почв.

Установлено, что среди комплекса техногенных поллютантов неорганической природы наиболее сильное негативное воздействие на питательный статус древостоев оказывают диоксид серы и аэрозоли тяжёлых металлов – они влияют путём прямого фолиарного по-

глощения их растениями и косвенно через загрязнение почвенного покрова.

Обнаружено активное перемещение и накопление сульфат-иона и подвижных форм свинца, кадмия, меди, цинка во всех генетических горизонтах городских почв, вплоть до почвообразующего, при этом их содержание может превышать фоновые значения от 2 до 25 раз. Особенно активная аккумуляция тяжёлых металлов происходит в верхних горизонтах почв, при этом обнаруживается прямая корреляция их содержания с концентрацией этих элементов в хвое и листьях древесных растений.

Показано, что подвижные формы тяжёлых металлов и серы изменяют миграционную способность и доступность обменных катионов почвенного поглощающего комплекса для корневых систем растений, что приводит к изменению трендов основных биогенных элементов и их дисбалансу в ассимилирующей фитомассе древесных растений.

Выявлены тесные корреляционные связи между нарушением питательного статуса древесных растений и снижением параметров их жизненного состояния.

Уровень нарушения питательного статуса древесных растений служит адекватным интегральным показателем, характеризующим степень воздействия на урбоэкосистему негативных факторов (техногенного загрязнения, рекреационной нагрузки, поражения грибными болезнями и энтомофитовредителями).

Литература

1. Агрохимические методы исследования почв. – М. : Наука, 1975. – 656 с.
2. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2008 году. – Иркутск : Мин. природ. ресурсов и экологии Иркут. обл., 2009. – 410 с.
3. Методы биохимического исследования растений. – Л. : Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. – 430 с.
4. Михайлова Т. А. Элементный состав хвои и морфофизиологические параметры сосны обыкновенной в условиях техногенного загрязнения / Т. А. Михайлова, Н. С. Бережная, О. В. Игнатьева. – Иркутск : Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2006. – 134 с.
5. Михайлова Т. А. Оценка техногенного загрязнения территории г. Иркутска и основные принципы стратегии озеленения городов / Т. А. Михайлова, О. В. Шергина // Гос. доклад о состоянии окружающей природной среды Иркутской области в

2009 г. – Иркутск : Мин. природ. ресурсов и экологии Иркут. обл., 2010 – С. 471–476.

6. Михайлова Т. А. Основные принципы стратегии озеленения урбанизированных территорий / Т. А. Михайлова, О. В. Шергина, Т. И. Морозова // Проблемы озеленения городов Сибири и сопредельных территорий : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Чита, 14–16 сентября 2009 г.). – Чита, 2009. – С. 72–75.

7. Морозова Т. И. Болезни древесных и кустарниковых пород в городских насаждениях / Т. И. Морозова // Растительный покров Байкальской Сибири : сб. ст., посвящ. 100-летию со дня рождения Н. А. Еловой. – Иркутск, 2003. – С. 94–97.

8. Обзор выбросов загрязняющих веществ в атмосферу городов Иркутской области за 2008 г. // Управление федеральной службы по надзору в

сфере природопользования по Иркутской области. – Иркутск, 2008. – 25 с.

9. Шергина О. В. Состояние древесных растений и почвенного покрова парковых и лесопарковых зон г. Иркутска / О. В. Шергина, Т. А. Михайлова. – Иркутск : Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2007. – 200 с.

10. Физико-химические методы при определении макро- и микроэлементов в объектах окружающей среды / О. А. Пройдакова [и др.] // Геохимия техногенеза. – Новосибирск : Наука, 1986. – С. 124–130.

11. Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. – Hamburg and Prague: United Nations Environment Programme and Economic Commission for Europe, 1994. – 477 p.

Nutritional status of arboreal plants as an integrated indicator reflecting urban ecosystem conditions

T. A. Mikhailova, O. V. Shergina

Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk

Abstract. It is shown that key factors affecting negatively on trees nutrition status within urban territories (the cities of Irkutsk, Angarsk, Usolye-Sibirskoye, Shelekhov in the Eastern Siberia) are a high level of air pollution caused nutrient elements disbalance in trees and soils, and a heavy recreation loading resulting to deterioration of morphological and physical soil parameters. It is found that sulphur dioxide, as well as heavy metals, have the most negative effect on the trees nutrition status. ese pollutants affect by the direct foliar absorption and indirectly way through the polluted soils. Close connections have been revealed between the trees nutrition status disturbance and reduction of the parameters reflecting tree vital condition. It is concluded that trees nutrition status disturbance can be used as an adequate integrated indicator for detection the effect of negative factors (air pollution, recreation loads, insect attacks, fungal diseases) to an urban ecosystem.

Key words: urban ecosystems, technogenic pollution, nutrient elements, pollutants, arboreal plants, genetic profile of soil

Михайлова Татьяна Алексеевна
Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 132
доктор биологических наук
зав. лабораторией патологии древесных растений
тел. (3952) 42–45–95
E-mail: mikh@sifibr.irk.ru

Mikhailova Tatyana Alekseevna
Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS
132 Lermontov St., Irkutsk, 664033
D. Sc. in Biology, head of Laboratory of Pathology of Arboreal Plants
phone (3952) 42–45–95
E-mail: mikh@sifibr.irk.ru

Шергина Ольга Владимировна
Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 132
кандидат биологических наук
научный сотрудник
тел. (3952) 42–45–95
E-mail: sherolga80@mail.ru

Shergina Olga Vladimirovna
Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS
132 Lermontov St., Irkutsk, 664033
Ph. D. of Biology, research scientist
phone (3952) 42–45–95
E-mail: sherolga80@mail.ru



УДК 635.92; 57.0852

Использование биотехнологий для размножения декоративных растений

Т. И. Новикова

Центральный Сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск
E-mail: nta_plant@nsk.ru

Аннотация. Биотехнологические методы, основанные на тотипотентности растительных клеток, являются важнейшим инструментом для размножения декоративных растений. Представлен краткий обзор технологий *in vitro*, включая размножение через меристемные культуры, тонкие слои клеток, регенерацию путём органогенеза и соматического эмбриогенеза. Обсуждается инновационная роль ботанических садов в развитии и практическом использовании названных биотехнологических подходов.

Ключевые слова: биотехнология, клональное микроразмножение, декоративные растения, ботанические сады, биоразнообразие, инновации.

Введение

В современных условиях неуклонно возрастающей антропогенной нагрузки на природную среду и резких изменений климата становится актуальной разработка новых подходов к решению проблем озеленения урбанизированных территорий. Зелёные насаждения, как важный компонент структуры городов, способствуют снижению действия техногенных факторов (поллютантов, шума, электромагнитного излучения) и природно-климатических явлений (инсоляции, эрозий, наводнений и др.). Помимо экологической и экономической составляющих, направленных на улучшение качества жизни горожан, значимым является эстетический аспект предлагаемых ландшафтных проектов. Разработка комплексного решения этих сложных задач невозможна без привлечения высоких технологий, в частности – биотехнологий.

С тех пор, как более века назад Г. Хаберландт в 1902 г. впервые выдвинул гипотезу о тотипотентности любой растительной клетки, ставшую концептуальной основой методов культуры ткани, в этой области достигнут огромный успех. Одним из перспективных направлений использования биотехнологий является размножение широкого круга видов и форм декоративных растений, используемых для зелёного строительства. В настоящем обзоре обсуждаются результаты, достигнутые в мире в разработке технологий клонального микроразмножения декоративных растений за

последние десятилетия и роль ботанических садов в развитии этих исследований.

Размножение декоративных растений *in vitro*

В отличие от сельскохозяйственных культур, декоративные растения обычно размножают вегетативным путем для исключения нежелательной вариабельности семенного потомства [18]. С развитием методов клонального микроразмножения, являющегося одним из способов вегетативного размножения, появился мощный инструмент для массового воспроизводства декоративных растений. В качестве объектов этой технологии *in vitro* могут быть использованы виды, сорта, гибриды, формы как имеющие затруднения при размножении традиционными методами, так и нуждающиеся в массовом тиражировании ввиду их высоких декоративных качеств [5]. Существуют различные приёмы клонального микроразмножения. Согласно классификации Н. В. Катаевой и Р. Г. Бутенко [2], отражающей принципиальные различия морфогенетических путей, в результате которых получены растения-регенеранты, выделяются два типа микроразмножения: 1) активация уже существующих в растении меристем (апекс стебля, пазушные и спящие почки стебля); 2) индукция возникновения почек или эмбриоидов *de novo*, которая включает: а) образование адвентивных побегов непосредственно тканями экспланта; б) индукция прямого или непрямого соматического эмбриогенеза; в) дифференциация ад-

вентивных почек в первичной и пересадочной каллусной ткани.

Так как целью микроразмножения является получение клонов, идентичных материнскому растению (*true-to-type*), традиционно используются технологии, основанные на активации уже существующих меристем [7; 15]. Этот путь позволяет избежать соматклональной изменчивости, поскольку регенерация побегов происходит минуя промежуточную фазу каллусообразования. Подход основан на снятии апикального доминирования, что достигается или удалением верхушечной меристемы стебля и последующим микрочеренкованием побега *in vitro* на безгормональной среде, или применением цитокининов, индуцирующих развитие многочисленных пазушных побегов. Впервые роль цитокининов в снятии апикального доминирования и морфогенезе побегов была установлена Ф. Скугом и С. О. Миллером [29]. Их открытие, позволившее выводить пазушные почки из состояния покоя, стало прорывом в технологии микроразмножения [28]. В качестве цитокининов чаще всего используют 6-бензиламинопурин (БАП), 6-фурфуриламинопурин (кинетин), зеатин, 2-изопентениладенин (2iP).

Процесс микроразмножения состоит из четырёх стадий: 1 – введение в культуру *in vitro*; 2 – массовое размножение; 3 – укоренение микропобегов; 4 – акклиматизация или адаптация к условиям *ex vitro* [15]. Для успешной инициации культуры необходима подготовка исходного материнского растения, которую выделяют в нулевую стадию. Она включает селекцию исходного генотипа и предобработку физическими (свет, температура) или химическими факторами для снижения контаминации, что способствует лучшему развитию эксплантов *in vitro* [15]. Практически для всех типов эксплантов необходимо удаление микроорганизмов с их поверхности. Это достигается с помощью использования различных стерилизующих агентов (гипохлорита натрия, хлорида ртути, перекиси водорода и др.). На первой стадии асептические экспланты помещают на питательные среды. Далее подбирают условия для индукции массового побегообразования (стадия 2). Успешность и эффективность прохождения этой стадии зависит от различных факторов, таких как особенности генотипа исходного растения, состав сред, выбор регуляторов роста (ауксинов, цитокининов) и их концентраций, физических условий культивирования (свет, температура, влаж-

ность). Последующая стадия укоренения также во многом определяется указанными выше факторами. Важно, чтобы на этой стадии микропобеги имели определенную высоту, так как интенсивное размножение приводит к образованию массы укороченных микропобегов. По этой причине стадию укоренения разделяют на этапы: 3а – элонгация побегов и 3б – укоренение [11]. Для стимуляции корнеобразования используют ауксины (ИМК, ИУК или НУК).

Заключительная четвёртая стадия – адаптация регенерантов к условиям *ex vitro* является наиболее сложной и трудоёмкой при коммерческом использовании технологии клонального микроразмножения [17]. Пробирочные растения развиваются в уникальной микросреде, специально подобранной для обеспечения минимального стресса и оптимальных условий для мультипликации. Эти условия характеризуются стерильностью, высокой влажностью, низким уровнем освещенности, значительным содержанием сахаров и питательных веществ, обеспечивающим гетеротрофное питание побегов. Для успешного прохождения акклиматизации растений *ex vitro* постепенно снижают влажность и одновременно повышают интенсивность освещения. Положительное воздействие на адаптацию микроклонов оказывает обогащение атмосферы CO₂, что позволяет снизить потерю влаги растениями путём закрытия устьиц [22].

Второй тип клонального микроразмножения – индукция возникновения почек или эмбрионов *de novo*. Соответственно регенерация в этом случае может идти либо путём органогенеза с формированием монополярных структур, либо путём соматического эмбриогенеза (эмбриоидогенеза), при котором образуются биполярные структуры – соматические эмбриониды [30]. Соматические эмбриониды проходят в своём развитии все стадии, соответствующие стадиям развития зиготических зародышей (глобулярную, сердечковидную и торпедовидную) и далее развиваются в проросток [30]. Процессы органогенеза и соматического эмбриогенеза могут происходить прямым или непрямым – через образование каллуса. При этом регенеранты, полученные из соматических эмбрионидов имеют преимущество перед регенерантами, развившимися из адвентивных почек, так как имеют и побег, и корень, а их развитие находится под контролем собственной гормональной системы [1]. Процесс регенерации растений через соматический эмбриогенез включает следующие ста-

дии: 1) скрининг эмбрионных генотипов; 2) индукцию соматических эмбриоидов; 3) развитие эмбриоидов; 4) созревание эмбриоидов; 5) превращение эмбриоидов в растения; 6) развитие растений [12]. Успешность прохождения каждой стадии зависит от многих факторов – состава сред (включая регуляторы роста и желирующие агенты), действия физических факторов (света, температуры), продолжительности культивирования. Оптимизация протоколов способствует улучшению качества соматических эмбриоидов и определяет успех микроразмножения ценных генотипов. Эти технологии успешно используются для массового тиражирования высокопродуктивных, устойчивых к патогенам чистых линий растений для создания лесосеменных плантаций [6]. Важным преимуществом подхода является возможность получения искусственных семян (synseeds) – соматических эмбриоидов, заключенных в гелевую оболочку с питательными веществами, защищающую их от пересыхания. Следует заметить, что в настоящее время разрабатываются эффективные технологии инкапсулирования не только эмбриоидов, но и апикальных или пазушных почек различных декоративных кустарников, например сирени (*Syringa vulgaris* L.) [24].

Одной из проблем, возникающих при клональном микроразмножении растений, является сложность управления морфогенетическими процессами *in vitro*. Поскольку используемые экспланты состоят из нескольких типов клеток, различающихся по форме, размеру, положению, функциям, содержанию ДНК, их реакция на воздействие регуляторов роста, условия среды и культивирования часто не поддается контролю. Результатом клеточной гетерогенности эксплантов является сложный органогенный ответ, когда из одного экспланта одновременно формируются каллус, побеги, корни и соматические эмбриониды [27]. Технологии с использованием тонких слоёв клеток (thin cell layers, TCL), разрабатываемые последние 30 лет, нацелены на управление процессами морфогенеза и регенерации растений *in vitro* путём координации условий культивирования и используемых в этой системе экзогенных регуляторов роста [34]. Небольшие по размеру экспланты, содержащие ограниченное число клеток тканей определённого типа могут быть получены за счёт поперечных или продольных срезов из различных органов, начиная от частей цветка и заканчивая корнями растений. Продольные срезы содержат только

один тип, например, монослой эпидермальных клеток, в то время как поперечные – небольшое число клеток из разных типов тканей (эпидермальной, субэпидермальной, камбиальной и др.) [36]. Такой подход решает в первую очередь проблемы, связанные с начальными этапами культивирования и регенерации. Кроме того, методика позволяет освободиться от вирусов и других инфекций [27]. Показано успешное применение этой системы для клонирования роз, пеларгоний, ирисов, гладиолусов, петуний, дендрантем, тополей и ряда хвойных, причём коэффициент размножения существенно выше, чем при использовании других технологий *in vitro* [16; 27; 35]. По мнению исследователей, возможности применения TCL-методов не ограничены их использованием для массового размножения декоративных и садовых культур, но и являются инструментом для обогащения генотипов ценными признаками с помощью молекулярно-генетических подходов [34; 35]. Пока работы по использованию TCL-систем для введения новых генов единичны, но они показывают эффективность использования эксплантов с определенной клеточной структурой и контролируемой системой регенерации для получения нехимических трансгенных растений [33].

Усовершенствование технологий клонального микроразмножения

Несмотря на существенные преимущества, которые имеют методы клонального микроразмножения (идентичность родительскому генотипу, освобождение от инфекций, высокий коэффициент размножения, круглогодичный цикл выращивания, незначительные производственные площади) эти технологии не всегда являются коммерчески выгодными из-за высокой стоимости ручного труда на всех этапах культивирования. По оценкам специалистов затраты на ручной труд составляют более 70 % конечной стоимости продукта [37]. Для преодоления этих проблем разработано несколько стратегических подходов. В ряде работ предложено использование культивирования в жидких средах или, комбинируя жидкие среды с агаризованными, в цикле культивирования [23]. В жидкой среде достигается лучший контакт между тканями экспланта и питательными элементами среды, включая регуляторы роста, что способствует улучшению роста побегов и корней [38]. В условиях постоянного встряхивания жидких культур эффект апикального доминирования существ-

венно снижен, поэтому отмечается индукция и пролиферация множества пазушных почек. Это приводит к формированию кластеров, в которых побеги редуцированы до почек. Такие кластеры представляют собой плотно упакованные, активно делящиеся меристематические очаги, формирующие новые меристематические очаги на внешней поверхности [40]. Условия постоянного встряхивания улучшают аэрацию сред, что также способствует быстрому росту культур. Так, коэффициент размножения некоторых сортов рододендронов в жидкой среде был в 10 раз выше по сравнению с размножением на агаризованных средах [13]. Культивирование *Rosa chinensis* в жидких средах было более эффективным, чем в системе жидкая среда/агаризованная среда и в варианте только с агаризованной средой [9]. Несмотря на многообещающие результаты, этот подход не нашёл широкого применения для массового размножения декоративных культур, поскольку основной проблемой культивирования в жидких средах является гипергидратация (витрификация) побегов. Это явление возникает при микроразмножении как травянистых, так и древесных видов не только в жидких средах, но и при использовании твёрдых сред с низким содержанием агара [19]. Для преодоления гипергидратации используют ретарданты, ингибиторы биосинтеза гиббереллина, снижающие рост побегов [38; 39]. Однако ряд видов при выращивании в жидких средах не проявляют признаков гипергидратации и могут успешно культивироваться в этих условиях [23]. Примером может служить размножение орхидей: по данным В. Пайпер и К. Зиммер за 98 дней культивирования в жидкой среде удаётся получить более 1,1 кг протокормов *Cymbidium* [26].

Следующий шаг в направлении снижения затрат и усовершенствования технологий клонального размножения декоративных растений, позволяющий осуществить механизацию и автоматизацию процессов при выращивании в жидких средах – использование биореакторов. Ранее биореакторы в биотехнологии растений использовали, главным образом, для получения вторичных метаболитов в суспензионных культурах или в культурах «бородатых» (hair) корней. Эти приборы представляют собой строго контролируруемую замкнутую систему, в которой в жидкой среде поддерживаются стерильность и оптимальные условия для выращивания культур. Биореакторы оснащены специальной аппаратурой для перемешивания, аэрации, контроля температуры, рН

и др. [25]. Впервые С. Такаяма и М. Мисава использовали биореакторы для микроразмножения бегоний в 1981 г. [31]. С тех пор появилось много данных по применению этого подхода для размножения меристем, органогенных и эмбриогенных культур различных видов растений, включая филодендроны, папоротники, спатифилумы, лилии, тополя, а также для ранних стадий соматического эмбриоидогеза хвойных [14; 32]. Опубликованы несколько обзорных статей, освещающих различные аспекты применения биореакторов [25; 32; 40]. По оценкам специалистов за счёт использования биореакторов можно снизить стоимость единицы продукции при размножении клонов через органогенез на 35 % [40]. Применение полуавтоматических систем при получении соматических эмбриоидов сокращает затраты на 24 % [10]. Значительное внимание уделяется возможности автоматизации повторяющихся процедур: изоляции, отделения и переноса почек, побегов, растеньиц в процессе мультипликации и др. [40]. Однако разработка и внедрение новых роботизированных систем и приборов визуального контроля может привести к существенному увеличению стоимости конечной продукции [40].

Эффективные подходы к оптимизации затрат от использования технологии фотоавтотрофного микроразмножения до создания специальных «закрытых систем» представлены в обзорах Т. Козай [20; 21]. Автором показана возможность коммерческого производства растений высокого качества, используя минимум электричества, воды, CO₂, ручного труда на ограниченных площадях, не загрязняя окружающую среду.

Развитие биотехнологических подходов к размножению растений в ботанических садах

Ботанические сады в современном урбанизированном обществе выполняют множество функций, важнейшей из которых является сохранение биоразнообразия [3; 4; 8]. Собранные богатейшие коллекции растений, адаптированных к местным климатическим условиям, являются не только основой для развития ботанических исследований, но и служат источниками пополнения ассортимента для озеленения городов. Согласно современным тенденциям ботанические сады, постоянно пополняя ресурсы и расширяя используемые технологии, становятся важными элементами национального природного и культурного наследия [3].

Во многих ботанических учреждениях (академических, университетских, региональных) созданы лаборатории биотехнологии. В их задачи, наряду с сохранением и размножением *in vitro* редких исчезающих растений, входит воспроизводство высоко декоративных видов, сортов, гибридов и форм [5]. Важно заметить, что залогом успеха этих исследований является тесное сотрудничество биотехнологов и ботаников, а также селекционеров, хорошо знающих биологические особенности интродуцентов, новых гибридов и форм, вводимых в культуру *in vitro*.

В лаборатории биотехнологии Центрального Сибирского ботанического сада СО РАН создана и постоянно пополняется коллекция *in vitro* декоративных растений, включающая 25 видов, сортов и гибридов зарубежной и отечественной селекции рода *Rhododendron* (сем. Ericaceae), 11 сортов сирени (сем. Oleaceae), 3 сорта клематисов (сем. Ranunculaceae), декоративные гибриды и формы ольхи (сем. Betulaceae), а также лилейники, лилии, хосты, гейхеры, декоративные луки и др. Многие виды и сорта из коллекции являются новыми объектами для зелёного строительства. Так, например, рододендроны, отличающиеся высочайшей декоративностью, практически не используются в нашей стране для озеленения, поскольку недостаточно изучена биология их развития и отсутствуют питомники для размножения. Основой нашей коллекции рододендронов являются дикорастущие виды, хорошо адаптированные к местным условиям, а также морозостойчивые сорта и гибриды финской и североамериканской селекции.

Большинство объектов введены в культуру *in vitro* путём активации развития существующих меристем, как наиболее надёжным способом воспроизведения растений, генетически идентичных исходным формам. Проводятся исследования по определению морфогенетического потенциала и особенностей регенерации видов, оценивается влияние на процессы микроразмножения генетических особенностей материнского растения типа экспланта и сроков его изоляции, условий культивирования (состава сред, регуляторов роста и их концентраций), а также физических факторов. Полученные растения-регенеранты проходят адаптацию к условиям *ex vitro* в теплице, а затем – в открытом грунте. В дальнейшем они могут быть использованы для доращивания в специализированных питомниках. Полученный посадочный материал высокого качества

имеет преимущества перед растениями, поставляемыми в Сибирь из Западной Европы, так как в качестве маточных растений используются отборные морозостойчивые сорта и формы, а растения-регенеранты проходят адаптацию в суровых сибирских условиях.

Заключение

Развитие технологий культивирования изолированных органов, тканей и клеток в ботанических садах открывает принципиально новые возможности для решения фундаментальных и прикладных задач. Исследования процессов пролиферации, клеточной дифференцировки, органогенеза, соматического эмбриогенеза и регенерации растений имеют теоретическое значение для познания основ морфогенеза и биологии развития в целом. Инновационный аспект биотехнологических исследований заключается в разработке эффективных технологий массового размножения наиболее перспективных видов и сортов, обладающих не только высокой декоративностью, но и способностью к адаптации в сложных экологических условиях урбанизированных территорий Сибири.

Исследования выполнены при поддержке гранта № 23 по Программе Президиума РАН «Биологическое разнообразие».

Литература

1. Бутенко Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе / Р. Г. Бутенко. – М.: ФБК-ПРЕСС, 1999. – 160 с.
2. Катаева Н. В. Клональное микроразмножение растений / Н. В. Катаева, Р. Г. Бутенко – М.: Наука, 1983. – 96 с.
3. Кузеванов В. Я. Ботанические сады как экологические ресурсы / В. Я. Кузеванов, С. В. Сизых // Вестн. ИРГСХА. – 2010. – Вып. 40. – С. 24–36.
4. Международная программа ботанических садов по охране растений. – М.: Междунар. совет ботан. садов по охране растений. Botanic Gardens Conserv. Intern, 2000. – 57 с.
5. Новикова Т. И. Сохранение редких и полезных растений в коллекции Центрального Сибирского ботанического сада / Т. И. Новикова, А. Ю. Набиева, Т. В. Полубоярова // Вестн. ВОГиС. – 2008. – Т. 12, № 4. – С. 564–572.
6. Перспективы применения методов биотехнологии для размножения генетически ценных форм лесных древесных видов / И. Н. Третьякова [и др.] // Хвойные бореальной зоны. – 2007. – Т. 24, № 2–3. – С. 309–318.
7. Сельскохозяйственная биотехнология / В. С. Шелуха [и др.]. – М.: Высш. шк., 2008. – 710 с.

8. Стратегия ботанических садов России по сохранению биологического разнообразия растений. – М. : Красная Звезда, 2003. – 32 с.
9. Chu C. Y. Effect of liquid culture on the growth and development of miniature rose (*Rosa chinensis* Jacq. 'Minima') / C. Y. Chu, S. L. Knight, M. A. L. Smith // Plant Cell Tissue Organ Cult. – 1993. – Vol. 32. – P. 329–334.
10. Cervelli R. Economic analysis of automated embryogenesis / R. Cervelli, T. Senaratna // Automation and environmental control in plant tissue culture / J. Aitken-Christie, T. Kozai, M. A. L. Smith (eds.) Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, The Netherlands. – 1995. – P. 29–64.
11. Debergh P. C. A scheme for a commercial propagation of ornamental plants by tissue culture / P. C. Debergh, L. J. Maene // Sci. Hortic. – 1981. – Vol. 4. – P. 335–345.
12. Denchev P. D. Somatic embryo production in bioreactors / P. D. Denchev, A. I. Kuklin, A. H. Scragg // J. Biotechnol. – 1992. – Vol. 26. – P. 99–109.
13. Douglas G.C. Propagation of eight cultivars of *Rhododendron in vitro* using agar-solidified and liquid media and direct rooting of shoots *in vivo* / G. C. Douglas // Scientia Horticulturae. – 1984. – Vol. 24. – P. 337–347.
14. Eide A. K. Liquid culture systems for plant propagation / A. K. Eide, C. Munster, P. H. Heyerdahl // Acta Hortic. – 2003. – Vol. 625. – P. 173–185.
15. George E. F. Micropropagation: uses and methods / E. F. George, P. C. Debergh // Plant propagation by tissue culture / E. F. George, M. A. Hall, G. J. De Klerk (eds.) – 3rd ed. – Dordrecht. – Netherlands : Springer, 2008. – P. 29–64.
16. Gill R. High-frequency direct embryogenesis in thin layer cultures of hybrid seed geranium (*Pelargonium*) / R. Gill, J. Gerrath, P. K. Saxena // Can. J. Bot. – 1992. – Vol. 71. – P. 408–413.
17. Hazarika B. N. Acclimatization of tissue cultured plants / B. N. Hazarika // Curr. Sci. – 2003. – Vol. 85. – P. 1705–1712.
18. Khayat E. Biotechnological approaches to breeding of ornamental crop plants / E. Khayat // Biotech. Adv. – 1990. – Vol. 8. – P. 347–357.
19. Kevers C. Huperhydricity of micropropagated shoots: a typically stress-induced change of physiological state. / C. Kevers, T. Franck, R. J. Strasser // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. – 2004. – Vol. 77. – P. 181–191.
20. Kozai T. Photoautotrophic (sugar-free medium) micropropagation systems for large-scale commercialization / T. Kozai, Y. Xiao, Q. T. Nguyen // Propag. Ornam. Plants. – 2005. – Vol. 5. – P. 23–34.
21. Kozai T. Propagation, grafting and transplant production in closed systems with artificial lighting for commercialization in Japan / T. Kozai // Propag. Ornam. Plants. – 2007. – Vol. 7. – P. 145–149.
22. Matysiak B. Carbon dioxide enrichment, light, and mineral nutrition for stimulation of growth of *in vitro* propagated *Gerbera* / B. Matysiak, J. Nowak // Propag. Ornam. Plants. – 2001. – Vol. 1. – P. 20–24.
23. Mehrotra S. Efficiency of liquid culture systems over conventional micropropagation: A progress towards commercialization / S. Mehrotra, M. K. Goel, A. K. Kukreja // African J. of Biotechnol. – 2007. – Vol. 6. – P. 1484–1492.
24. Ozden-Tokatli Y. Encapsulation techniques for the production and conservation of synthetic seeds in ornamental plants / Y. Ozden-Tokatli, A. De Carlo, F. Gumusel // Propag Ornam Plants. – 2008. – Vol. 8. – P. 17–22.
25. Paek K.Y. Application of bioreactors for large scale micropropagation systems of plants / K. Y. Paek, E. J. Hahn, S. H. Son // In vitro Cell Dev. Biol. Plant. – 2001. – Vol. 37. – P. 149–157.
26. Pieper W. Clonal propagation of *Phalaenopsis in vitro* / W. Pieper, K. Zimmer // Acta Hort. – 1976. – Vol. 64. – P. 21–23.
27. Rout G. R. Tissue culture of ornamental pot plant: A critical review on present scenario and future prospects / G. R. Rout, A. Mohapatra, S. M. Jain // Biotechnology Advances. – 2006. – Vol. 24. – P. 531–560.
28. Sachs T. Release of lateral buds from apical dominance / T. Sachs, K. V. Thimann // Nature. – 1964. – Vol. 201. – P. 939–940.
29. Skoog F. Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissues cultured *in vitro* / F. Skoog, C. O. Miller // Symp Soc Exp Biol. – 1957. – Vol. 11. – P. 118–131.
30. Steward F. C. Growth and development of totipotent cells; some problems, procedures and perspectives / F. C. Steward, P. V. Ammirato, M. O. Mapes // Ann. Bot. – 1970. – Vol. 34. – P. 761–787.
31. Takayama S. Mass propagation of *Begonia hiemalis* plantlets by shake culture / S. Takayama, M. Misawa // Plant Cell Physiol. – 1981. – Vol. 22. – P. 461–467.
32. Takayama S. Practical aspects of bioreactor application in mass propagation / S. Takayama // Ist Int. Symp. "Liquid systems for *in vitro* mass propagation of plants", 29th May – 2nd June, Norway. – Norway, 2002. – P. 60–62.
33. Teixeira da Silva J. A. Increasing transient and subsequent stable transgene expression in chrysanthemum (*Dendranthema x grandiflora* (Ramat.) Kitamura) following optimization of particle bombardment and argoinfection parameters / J. A. Teixeira da Silva, S. Fukai // Plant Biotechnol. – 2002. – Vol. 19. – P. 229–240.
34. Teixeira da Silva J. A. Thin cell layer technology in ornamental plant micropropagation and biotechnology / J. A. Teixeira da Silva // African J. of biotech. – 2003. – Vol. 2. – P. 683–691.
35. Teixeira da Silva J. A. Thin cell layers: developmental building blocks in ornamental biotechnology / J. A. Teixeira da Silva, Van K. Tran Thanh, S. Biondi // Floricultural and ornamental biotechnology. – 2007. – Vol. 1. – P. 1–13.
36. Tran Thanh Van K. Control of morphogenesis by inherent and exogenously applied factors in thin cell

layes / Van K. Tran Thanh // International review of Cytology. – 1980. – Vol. 32. – P. 291–311.

37. Welander M. Factors influencing conventional and semi-automated micropropagation / M. Welander, L. Zhu, X. Li // Propag. Ornamen. Plants. – 2007. – Vol. 7. – P. 103–111.

38. Ziv M. Enhanced shoot and cormlet proliferation in liquid cultured gladiolus buds by growth retar-

dants / M. Ziv // Plant Cell Tissue Organ Culture. – 1989. – Vol. 17. – P. 101–110.

39. Ziv M. The effect of growth retardants on shoot proliferation and morphogenesis in liquid cultured gladiolus plants / M. Ziv // Acta Hort. – 1990. – Vol. 280. – P. 207–214.

40. Ziv M. Bioreactor technology for plant micropropagation / M. Ziv // Hortic. Rev. – 2000. – Vol. 24. – P. 1–30.

The use of biotechnology in ornamental plant propagation

T. I. Novikova

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk

Abstract.: Biotechnical procedures based on the totipotency of cells are an important instrument for propagation of ornamental plants. An overview on the *in vitro* methods, including propagation via meristem culture, thin cell layer, regeneration via organogenesis, somatic embryogenesis is presented. The innovative role of botanical gardens in the development and practical uses of biotechnological approaches is discussed.

Key words: biotechnology, clonal micropropagation, ornamental plants, botanical gardens, biodiversity, innovation

Новикова Татьяна Ивановна
Центральный Сибирский ботанический сад СО РАН
630090, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, д. 101
доктор биологических наук,
старший научный сотрудник
тел.: (383) 330-41-01
E-mail: nta_plant@nsk.ru

Novikova Tatiana Ivanovna
Central Siberian Botanical Garden SB RAS
101, Zolotodolinskaya St., Novosibirsk, 630090
D. Sc. in Biology, senior research scientist
phone (383) 330-41-01
E-mail: nta_plant@nsk.ru



УДК 581.145, 338.43, 339 (075.8)

Владивостоку – Ботанический сад мирового уровня: проблемы и задачи развития

Б. С. Петропавловский, П. В. Крестов

Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток
E-mail: petrop5@mail.ru

Аннотация. Предлагается комплекс научно-организационных мер развития Ботанического сада-института ДВО РАН (г. Владивосток), основанный на главных приоритетах деятельности ботанических садов России и мира, принятых международных соглашениях, через создание особо привлекательных новых объектов.

Ключевые слова: ботанический сад, Владивосток, концепция ботанических садов, экология, рекреационная деятельность, ботанико-экологическое просвещение.

Основные сведения о ботаническом саде (БСИ ДВО РАН) в г. Владивостоке

Ботанический сад (БС) расположен на полуострове Муравьева-Амурского в границах краевого центра, хотя и на его окраине. Его территория имеет площадь 169 га и занимает северо-западные и южные склоны хребта Центрального – крайнего южного отрога горной системы Сихотэ-Алинь. Территория БС протягивается с запада на восток вдоль невысокого горного хребта и расположена по его северному, южному и восточному склонам (рис. 1).

Один из организаторов Дальневосточного ботанического сада Н. Е. Кабанов в первой публикации, посвящённой первому и единственному на Дальнем Востоке ботаническому саду, обозначил направления его развития [5], особо подчеркнув необходимость ботанико-экологического просвещения: «Культурно-просветительская работа должна занять в ботаническом саду исключительно важное место» [17, с. 19]. До сих пор не потеряли актуальности его предложения и в отношении научно-исследовательской работы сада, которая «должна содержать глубокие экспериментальные исследования по систематике, биологии, экологии, биохимии и физиологии, агробиологии, генетике и селекции и по многим другим вопросам» [Там же, с. 20]. Основные предложения Н. Е. Кабанова в дальнейшем использовались при составлении «Проекта организации садово-паркового хозяйства Ботанического сада...», являющегося, по существу, генеральной схемой развития БС [17].

Итоги деятельности ботанического сада в связи с его недавним 60-летием были подробно освещены в ряде юбилейных публикаций [3; 4]. Отметим лишь особо значимую роль БС

в сохранении разнообразия растительного мира, а также в обеспечении отдыха, экологического туризма и повышении уровня ботанических знаний жителей Владивостока и его гостей.

Созданы коллекции растений, включающие 3,5 тыс. видов, сортов и форм растений всех регионов земли. Разнообразны по составу коллекции ирисов – 103 видов-сортов, пионов – 158 (в том числе 20 древовидных). Обширна коллекция отборных форм хризантем – 54 вида-сорта. В партерной части территории БСИ собраны 507 таксонов дальневосточных и инорайонных декоративных деревьев и кустарников [18]. Коллекция магнолий является крупнейшей во всей России по разнообразию представленных таксонов: здесь культивируются 13 видов, 3 гибрида и 2 формы [14]. Самая крупная на территории России от Уральских гор до Тихого океана коллекция рододендронов состоит из 45 видов и форм и включает виды из самых разных географических точек земного шара [15]. Коллекция растений закрытого грунта фондовой оранжереи насчитывает 830 видов, 305 родов, 102 семейства тропических и субтропических растений из Южной, Центральной и Северной Америки, Австралии, Средиземноморья, Китая и Японии.

Создание необходимой инфраструктуры рекреационной деятельности, организация туризма, в том числе и экологического, являются прерогативой городских и краевых властей. Ботанический сад же стихийно выполняет функции по организации отдыха жителей Владивостока и его гостей, в повышении уровня экологического образования, хотя основное назначение Ботанического сада-института ДВО РАН – проведение научных исследований.

Ежегодно БСИ посещают сотни тысяч жителей Владивостока и его гостей. Наиболее привлекательными объектами, естественно, являются коллекции местных и интродуцированных из многих уголков мира древесных и цветочно-декоративных растений.

Численность посетителей резко возрастает в период массового цветения магнолий, рододендронов, древовидных пионов, роз, тюльпанов, нарциссов, хризантем и др. Классами приходят ученики художественных школ рисовать декоративные растения. Организовано проводятся лекции и экскурсии с посетителями с учётом их возрастных категорий.

Начиная с 2005 г. на базе БСИ ДВО РАН всё большую популярность получает экологическая акция «День рододендрона», приуроченная ко времени массового цветения ботанического символа Владивостока. Акция уже «вышла за ворота» Ботанического сада и превратилась в городской экологический праздник. В ней принимают участие школьники не только из краевого центра, но и из ряда районов Приморья, присылают свои плакаты и рисунки по теме сохранения генофонда растительного мира дети Японии, есть заинтересованность школьников Китая и США.

На фоне крайне низкого уровня зелёного убранства Владивостока, обеднённого состава ассортимента высаженных деревьев и кустарников массив естественных лесов БС имеет колоссальное значение, обеспечивая краевой центр необходимым кислородом, атмосферным воздухом, обогащённым озоном, с неповторимым лесным настоем.

Ботанический сад стал признанным авторитетом и методическим центром по выращиванию растений и созданию зелёных насаждений и посадок не только во Владивостоке, но и далеко за пределами столицы Приморья [10; 11; 12]. Важную роль в этом выполняют издаваемые методические и научно-популярные издания сотрудников БСИ ДВО РАН (например, по магнолиям, пионам, хризантемам). Эта роль особенно ощутима в условиях почти полного отсутствия специализированных предприятий типа «Горзеленхоз». Таким образом, Ботанический сад-институт ДВО РАН является самым крупным интродукционным центром российского Дальнего Востока, играющим заметную роль в сохранении и обогащении растительного мира, биологического разнообразия этого крупного региона нашей страны.

Территория академического Ботанического сада выполняет во многом водоохранно-защитную и санитарную функцию, примыкая к водосборной площади крупнейшего водохранилища Владивостока, так как поток посетителей пригородных лесов в этом районе «оседает» в границах Ботанического сада.

Традиционно Ботанический сад посещают молодожёны в день бракосочетания. Представляется целесообразным создание аллеи молодожёнов, введя такую весьма полезную для БС традицию, как посадка молодожёнами «своего» дерева или красивоцветущего кустарника.

Основные проблемы БСИ ДВО РАН

С переходом в 2008 г. на финансирование по научным темам возможности финансового обеспечения «ненаучной деятельности» БСИ ДВО РАН резко снизились. Мероприятия ботанико-экологического просвещения БСИ проводит только за счёт внебюджетных средств. Ботанический сад-институт уже при первом «пилотном» сокращении потерял треть ставок сотрудников, что снизило уровень финансирования и уменьшило численность работающих по обустройству сада. Сокращены возможности проведения полноценных экспедиционных работ, оснащения необходимым новым научным оборудованием, участия в научных конференциях и т. п.

Выполняя функции по предоставлению различных услуг населению города, Ботанический сад, будучи подразделением ДВО РАН, не получает средств из муниципального и краевого бюджетов. Реализовать задачу создания современного ботанического сада, отвечающего мировым стандартам с большими возможностями ботанико-экологического образования и отдыха населения можно лишь при взаимодействии Президиума ДВО РАН и администраций Владивостока и Приморского края.

Из-за нехватки средств нет возможности создать лесную группу, укомплектованную достаточным числом сотрудников и приобрести необходимые оборудование и технику, содержать садовника, ландшафтного дизайнера и других крайне необходимых специалистов.

По причине недостатка финансирования в Ботаническом саду фактически отсутствует эффективная и достаточная охрана его объектов. Ведомственная охрана при главном входе выполняет лишь пропускные функции. Содержание такой охраны является большим финансовым бременем для сада, при этом недостаток средств не позволяет создать эффективную службу охраны объектов сада.



СХЕМА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЛЕСНОЙ ТЕРРИТОРИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ДВО РАН

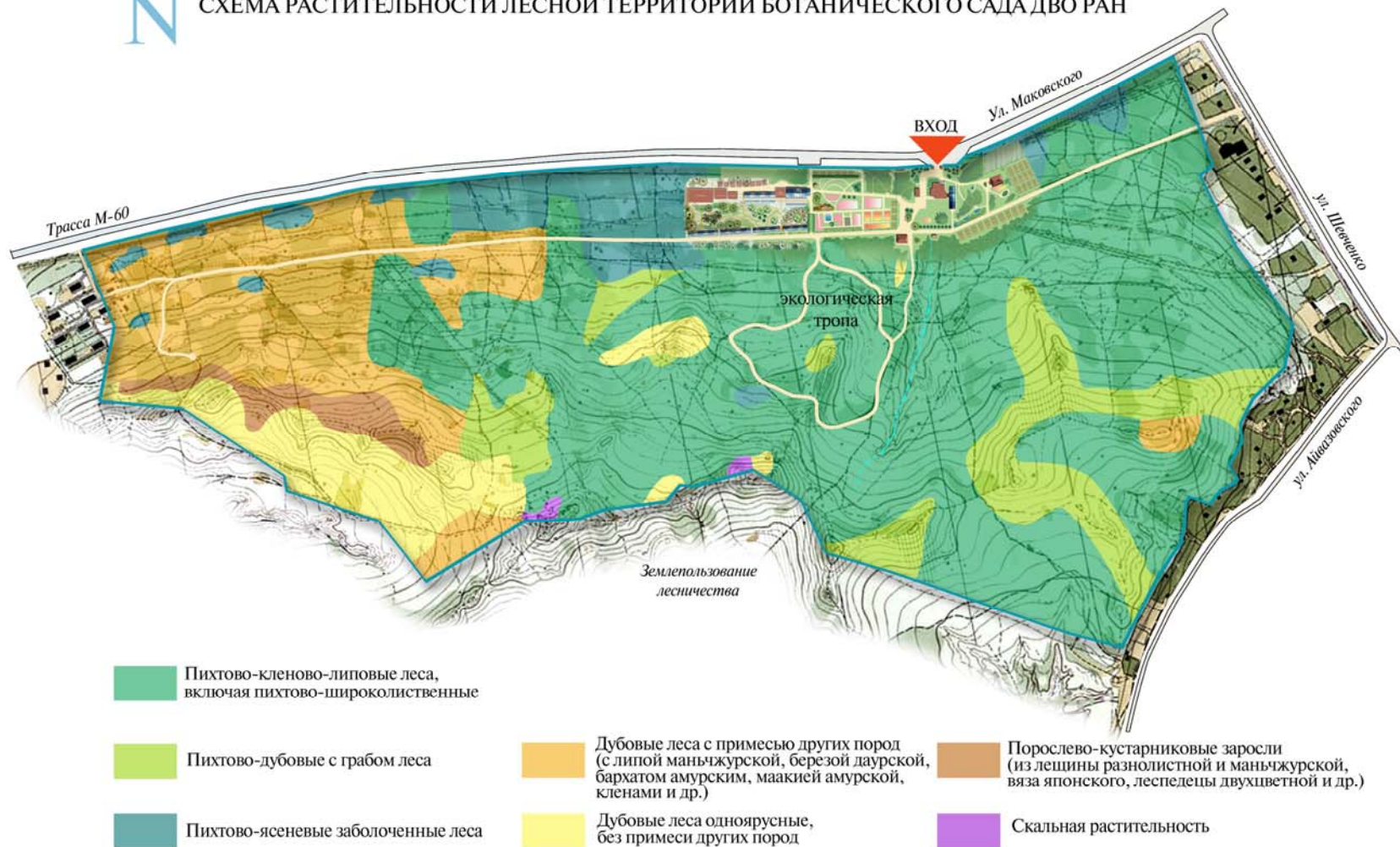


Рис. 1. Схема растительности лесной территории Ботанического сада ДВО РАН (Схема подготовлена Е. В. Бибченко)

Проникновению на территорию посетителей, минуя «вертушку» при кассе на входе, росту числа краж ценных растений и фактов лесного браконьерства способствует снятие ограждения на большей части периметра в ходе строительства объектов саммита АТЭС.

Ботанический сад существенно пострадал в связи с проводимой реконструкцией главной автомагистрали города федеральной трассы М-60 к предстоящему в 2012 г. саммиту. В лесной территории сада на площади в 0,6 га образовалась брешь в виде просеки длиной 306 м и шириной 21 м с полностью снятым почвенным слоем. При этом часть территории сада, по-видимому, навсегда потеряна, по ней уже проложена автотрасса и сооружается подпорная стенка дорожной развязки.

Снесены 300 м ограждения из кованого металла, находящегося на балансе БСИ ДВО РАН. Только на этом объекте (лес уничтожен также ещё на двух участках меньшего размера) снесены не менее 200 деревьев и лиан 18 видов, среди которых занесённые в Красную книгу РФ диморфный семиллопастный и актинидия острая, а также запрещённые к рубке даже на промышленных лесозаготовках липа амурская, клён ложнозибольдов, орех маньчжурский, граб сердцелистный, маакия амурская, мелкоплодный ольхолистный, яблоня маньчжурская, бархат амурский, пихта цельнолистная. Ущерб, связанный со сношением древостоя и почвенного слоя (не менее 100 лет потребуется на его восстановление), природоохранные органы оценили в 12 млн руб. Сюда не вошли не имеющие прямой оценочной стоимости потеря привлекательности лесного массива БСИ, снижение в связи с этим его экологической и социальной роли.

В «Заповедном лесу» и на участке «Природной флоры Приморья» на площади около 100 га произрастают чернопихтово-широколиственные леса. Этот участок является поистине природным феноменом, «островком» уссурийской тайги с необыкновенно высоким уровнем биологического разнообразия растительного и животного мира [16]. По данным В. А. Недолужко [8; 9], флора лесной территории БСИ насчитывает 447 видов высших сосудистых растений (что составляет почти 38 % флоры полуострова Муравьева-Амурского и около 10 % – флоры российского Дальнего Востока), относящихся к 99 семействам и 243 родам, 18 видов относятся к редким. Здесь представлены 43 вида деревьев, 37 – кустарников, 7 деревянистых и столько же травянистых лиан и 353 вида травянистых растений, относящихся к

100 родам из 44 семейств. Чернопихтово-широколиственный лес ботанического сада, сохранённый благодаря заповедному режиму среди урбанизированной территории, является поистине природным феноменом, значение которого ещё полностью не оценено. По своему биологическому разнообразию ему нет равных среди биологических объектов урбанизированных территорий мира.

В настоящее время из-за чрезмерной рекреационной нагрузки санитарное состояние деревьев близко к катастрофическому. Здесь накопилось огромное количество больных и имеющих пороки деревьев. По материалам последнего лесоустройства в 1984 г. [2] намечалось удалить в порядке реконструктивных рубок более 12 тыс. деревьев (без учёта заповедного леса). Есть все основания считать, что без принятия срочных мер уникальный лесной массив Ботанического сада деградирует и памятник природы – самый южный массив хвойно-широколиственный лесов России в границах г. Владивостока – погибнет.

Концепция развития

Ботанический сад – особо охраняемая территория в городской черте: этим статусом во многом определяются его специфика деятельности и значение. Эта значимость изменчива во времени: как явствует из анализа деятельности БС мира, смещаются акценты приоритетов и меняется характер их деятельности [9].

По данным В. Я. Кузеванова [6], наблюдается объективный тренд, когда традиционные ботанико-садоводческие функции БС расширяются и дополняются новыми экологическими приоритетами и формами социально ориентированной деятельности. Отмечается новое позиционирование БС как публичных комплексных экологических ресурсов, сочетающих одновременно образовательный, научно-исследовательский, производственный, сервисный и природоохранный виды деятельности.

В принципе эти идеи по развитию ботанических садов в условиях урбанизированных территорий были заложены в «Проекте организации садово-паркового хозяйства Ботанического сада ДВНЦ АН СССР в г. Владивостоке» (1984 г.). В работе использовался огромный интеллектуальный потенциал специалистов парколесоустроительной экспедиции Центрального лесоустроительного предприятия, были потрачены значительные средства, однако подготовленный на высочайшем профессиональном уровне проект так и остался невостребованным. Если бы эти рекомендации

были реализованы, возможно, Ботанический сад был бы не менее известен, чем, например, таковой в Сингапуре.

Существует, однако, шанс возродить сад с использованием находок этого проекта, внося коррективы с учётом современных реалий. Прежде всего для этого необходимо решить основные перечисленные выше проблемы. Самая сложная – финансовая. Очевидно, что средства на обустройство и развитие БС необходимо зарабатывать самостоятельно. Однако необходим стартовый капитал – целевое выделение средств из казны государства: по скромным подсчётам необходимо не менее 500 млн руб., что в шесть раз меньше, чем та, которую выделило Правительство России для озеленения г. Владивостока к предстоящему саммиту. Расходы в основном связаны с капитальным строительством и реконструкцией указанных выше объектов. Есть все основания считать, что каждый вложенный рубль стократно окупится, прежде всего, огромным социально-экономическим и экологическим эффектом.

В этом ракурсе особое значение приобретает создание комплекса особо привлекательных в течение всего года объектов, включающих как естественные, так и рукотворные коллекции растений. Круглогодичная привлекательность сада может быть обеспечена в сочетании с хорошо продуманными рекреационными объектами, так как позволяет достаточная площадь БС. К последним можно отнести специально организованные объекты зимнего спортивного отдыха и спортивного ориентирования, естественно, при условии выполнения всех правил посещения, что обеспечит сохранение объектов сада.

Необходимо реализовать на практике основы проекта последнего лесоустройства, который отличается глубокой и всесторонней проработкой. Проектом предусматривались следующие объекты: гинговая роща; детская площадка; площадка тихого отдыха; участок полезных растений; сухой «ручей» и цветник из инертных материалов; участок миксбордеров; коллекционные цветочные участки; розарий; регулярный парк; центральный вход; ботанический музей; выставочный павильон; тепличный и оранжерейный комплекс; выставочный участок; участок папоротников и теневыносливых растений; сад непрерывного цветения; японский сад; оранжерея; экспозиционный участок; лабораторный корпус; административное здание; плодовый сад и др. Эти объ-

екты с некоторой корректировкой представлены на рис. 2.

Представляется целесообразным разместить при главном входе административный корпус достаточного размера в связи с перспективой перевода Ботанического сада-института ДВО РАН в статус Дальневосточного Ботанического института с ботаническим садом при нём. Эта идея неоднократно выдвигалась известным ботаником С. С. Харкевичем. В административном корпусе должен быть просторный холл, где посетители могли бы ознакомиться с работой дальневосточных ботаников, приобрести ботаническую литературу, путеводители по ботаническому саду, в примыкающем зале прослушать лекции сотрудников института. Именно такие современные корпуса являются необходимым элементом лучших ботанических центров мира, например, в Национальном арборетуме США (Вашингтон).

Базовыми, особо посещаемыми, могут стать современная оранжерея тропических и субтропических растений и Ботанический музей с учебным корпусом при нём. В составе музея необходимо предусмотреть павильон «Уссурийская тайга», аналогичный «Музею леса», который существует в соседнем Хабаровске и имеет большую известность.

Необходимо восстановить былые экспозиции, погибшие от низовых лесных пожаров. Представляется целесообразным создать на южных склонах под пологом разреженных дубняков «заросли» дальневосточных видов рододендронов, особенно привлекательных в пору их цветения. Особо посещаемыми объектами могут стать запланированный каскад искусственных водоёмов в сочетании с миниатюрными водопадами в понижении, разделяющем зоны «Заповедный лес» и «Флора Приморья».

Для повышения привлекательности БС очень важно создать новые, ранее не предусмотренные объекты. Наиболее важным в этом списке является «Сад дружбы», который может состоять из комплекса небольших (до четверти гектара) ботанических садов государств Азиатско-Тихоокеанского региона, в которых будут представлены наиболее характерные и экзотические растения этих стран.

В БС может быть создана роща японской вишни, обязательным объектом должен быть водоём с лотосами Комарова, местной «жемчужиной» может стать родник «Колодец», расположенный в зоне природной флоры Приморья.

ПЛАНИРУЕМЫЕ ("Проект организации садово-паркового хозяйства Ботанического сада...", Москва, 1984 г.)
 ПРЕДЛАГАЕМЫЕ (выделено жирным шрифтом) и
 СУЩЕСТВУЮЩИЕ объекты (курсив)



Э К П Л И К А Ц И Я

1. Гинговая роша
2. Детская площадка
3. Плошадка тихого отдыха
4. Участок полезных растений
5. Сад непрерывного цветения
6. Сад сакуры
7. Сад дружбы
8. Выставочный участок
9. Комплекс главного входа
10. Ботанический музей
11. Административное здание
12. Сад молодежи (на месте образованной просеки)
13. Участок папоротников и теневыносливых растений

14. Автостоянка (на месте вырубки)
15. Фондовая оранжерея
16. Тепличный комплекс
17. Каскад водоемов
18. Выставка-комплекс ботанических инноваций
19. Питомники и школа
20. Экспозиция водных растений
21. Экспозиция "Заросли рододендрона"

- Асфальтированные дороги
- Грунтовые дороги с твердым покрытием
- Улучшенная тропа
- Смотровые площадки
- Регулируемые места входа в БС
- Существующий лабораторный корпус

Функциональные зоны
 Ботанического сада-института

- I - Активная
- II - Хозяйственная
- III - Дендропарк (Дендрарий)
- IV - Зона флоры Приморья
- V - Заповедный лес

Рис. 2. Планируемые, предлагаемые и существующие объекты БСИ ДВО РАН (Схема подготовлена Е. В. Бибченко)

Крайне актуальными до сих пор остаются рекомендации лесоустройства по проведению санитарно-оздоровительных и других лесохозяйственных мероприятий на лесной территории, прежде всего в чернопихтovo-широколиственном лесу и о создании питомника декоративных растений, а также коллекционных и экспозиционных участках. В материалах лесоустроительных проектов имеются очень подробные рекомендации и разработки по созданию этих объектов с «посадкой» их на местности.

Очень важно провести новое лесоустройство лесного массива БС. После последнего лесоустройства в 1984 г. прошли уже более двух ревизионных периодов (каждый по 10 лет), по истечении каждого из которых должна проходить очередная инвентаризация. При этом важно участие в проведении лесоустройства специалистов БС, изучающих лесные экосистемы сада в рамках программы комплексных биогеоэкологических исследований в модельных лесах [13]. Основная цель исследований – разработка принципов управляемого лесообразовательного процесса на урбанизированных территориях. В этом плане заслуживают внимания результаты исследований Г. Э. Куренцовой по изучению динамических процессов лесной растительности БС в связи с изменением экологических условий [7].

Актуальным является оформление земельного фонда БС: необходимо оформить все изменения в связи со строительными мероприятиями саммита. Давно назрел вопрос об освобождении БСИ ДВО РАН от уплаты земельного налога, как это сделано в родственных научных организациях ботанического профиля (например, Горностаёжной станции ДВО РАН).

Нужно сформировать необходимый по численности и качественному составу штат сотрудников сада для решения всего комплекса научных задач. Это необходимое условие для перехода БСИ на более высокий статус – в Ботанический институт ДВО РАН с ботаническим садом, сосредоточившим основные силы ботаников Владивостока.

Все эти предложения и проекты вполне могут реализоваться в рамках приоритетных направлений, обозначенных в правительственной «Стратегии социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2025 г.», в рамках которой предусмотрено формирование устойчивой системы расселения, опирающейся на регио-

нальные зоны опережающего экономического роста с комфортной средой обитания человека.

Превратить Ботанический сад во Владивостоке в один из лучших в мире – вполне реальная цель. Достичь её можно в единении усилий правительств страны и региона, муниципальных властей города, ДВО РАН, физических и интеллектуальных ресурсов сотрудников Ботанического сада-института и жителей Владивостока.

Литература

1. Большому Владивостоку – современный ботанический сад / А. В. Галанин [и др.] // Природа без границ : материалы II Междунар. экол. форума. – Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 2007. – С. 55–59.
2. Ботанический сад ДВНЦ АН СССР в г. Владивостоке. Проект организации санитарно-оздоровительных мероприятий по уходу за насаждениями Ботанического сада : Пояснительная записка. – Рукопись. – М., 1984. – 148 с.
3. Ботанический сад-институт ДВО РАН / А. В. Беликович [и др.]. – Владивосток : Мор. гос. ун-т, 2009. – 138 с.
4. Галанин А. В. К 60-летию Ботанического сада-института ДВО РАН / А. В. Галанин, Б. С. Петропавловский, И. П. Петухова // Вестн. ДВО АН. – 2009. – № 3. – С. 115–126.
5. Кабанов Н. Е. Дальневосточный ботанический сад и его основные задачи / Н. Е. Кабанов // Тр. Дальневост. науч.-исслед. базы им. В. Л. Комарова. Сер. общая. – Владивосток, 1948. – С. 17–20.
6. Кузеванов В. Я. Ботанические сады как экологические ресурсы в глобальной системе социальных координат / В. Я. Кузеванов // Ландшафтная архитектура – дизайн. – 2010. – № 02 (29). – С. 7–11.
7. Куренцова Г. Э. Естественный растительный покров территории Ботанического сада и некоторые вопросы его динамики / Г. Э. Куренцова // Деревья, кустарники, многолетники для озеленения юга Дальнего Востока. – С. 125–144.
8. Недолужко В. А. Дикорастущие сосудистые растения лесной территории Ботанического сада-института ДВО РАН / В. А. Недолужко // Исследование растительного покрова российского Дальнего Востока : тр. ботан. садов ДВО РАН. – Владивосток : Дальнаука, 1999. – Т. 1. – С. 11–18.
9. Недолужко В. А. Лесная часть Ботанического сада ДВНЦ АН СССР как особо охраняемая территория / В. А. Недолужко // Природоохранные комплексы Дальнего Востока. Перспективы и пути формирования. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1984. – С. 68–81.
10. Озеленение городов Дальнего Востока. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1975. – 243 с.
11. Озеленение городов Приморского края / В. К. Василюк [и др.]. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1987. – 516 с.

12. Озеленение пришкольных участков. – Владивосток, 2003. – 142 с.

13. Петропавловский Б. С. Уникальный лесной массив Ботанического сада-института ДВО РАН как модельный объект изучения лесообразовательного процесса / Б. С. Петропавловский, А. А. Брижатая // Леса Российского Дальнего Востока : 150 лет изучения : материалы Всерос. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения чл.-корр. РАН Колесникова Бориса Павловича. – Владивосток : Дальнаука, 2009. – С. 83–87.

14. Петухова И. П. Магнолии в условиях юга российского Дальнего Востока / И. П. Петухова. – Владивосток : Дальнаука, 2003. – 103 с.

15. Петухова И. П. Рододендроны на юге Приморья. Интродукция, культура / И. П. Петухова. – Владивосток : БСИ ДВО РАН, 2006. – 131 с.

16. Природный феномен во Владивостоке / Е. М. Булах [и др.] // Вестн. ДВО. РАН. – № 4 (145). – 2010. – С. 90–96.

17. Проект организации садово-паркового хозяйства Ботанического сада ДВНЦ АН СССР : рукопись. – М., 1984. – 98 с.

18. Роль Ботанического сада-института ДВО РАН в сохранении биологического разнообразия растений Дальнего Востока / А. В. Галанин [и др.] // Роль ботанических садов в сохранении биоразнообразия растительного мира Азиатской России: настоящее и будущее. – Новосибирск, 2006. – С. 68–71.

Botanical garden at the world level in Vladivostok: concept of the development

B. S. Petropavlovskiy, P. V. Krestov

Botanical Garden-Institute FEB RAS, Vladivostok

Abstract. The paper focuses at the scientific and institutional development activities of Botanical Garden-Institute FEB RAS (Vladivostok), based on the main priorities of botanic gardens in Russia and abroad, international agreements, through the creation of specially attractive new facilities.

Key words: botanical garden, Vladivostok, concept of botanical gardens, ecology, recreation, botanical and environmental education.

*Петропавловский Борис Сергеевич
Ботанический сад-институт ДВО РАН
690024, Владивосток, ул. Маковского, 142
доктор биологических наук,
старший научный сотрудник,
заведующий лабораторией
тел.: (4232) 38–88–21
E-mail: petrop5@mail.ru*

*Крестов Павел Витальевич
Ботанический сад-институт ДВО РАН
690024, Владивосток, ул. Маковского, 142
доктор биологических наук,
старший научный сотрудник, директор
тел.: (4232) 38–88–16
E-mail: krestov@vrc.ru*

*Petropavlovskiy Boris Sergeevitch
Botanical Garden-Institute FEB RAS
142 Makovskogo St., Vladivostok, 690024*

*D. Sc. in Biology, senior research scientist,
head of laboratory
phone: (4232) 38–88–21
E-mail: petrop5@mail.ru*

*Krestov Pavel Vitalyevitch
Botanical Garden-Institute FEB RAS
142 Makovskogo St., Vladivostok, 690024
D. Sc. in Biology, senior research scientist,
director
phone: (4232) 38–88–16
E-mail: krestov@vrc.ru*



УДК 58.00:502.75

Дендрофлора города Благовещенска

В. М. Старченко¹, Н. А. Тимченко²

¹Амурский филиал Ботанического сада-института ДВО РАН, Благовещенск

²Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск
E-mail: starchenkoamur@mail.ru

Аннотация. Дендрофлора Благовещенска в Амурской области насчитывает 138 видов (включая 35 адвентивных) и в целом относится к восточноазиатской лесной неморальной флоре. Виды, чей ареал и эколого-ценотическая группа наиболее совпадают с географией и климатом Благовещенска, легче всего адаптируются к городским условиям, причем эколого-ценотическая приуроченность и зональный фактор играют определяющую роль.

Ключевые слова: дендрофлора, Дальний Восток России, Благовещенск, таксономический, географический, эколого-ценотический анализ.

Амурская область находится на юго-западе Дальнего Востока России. Самым крупным городом области и её административным центром является Благовещенск. В работе территория Благовещенска рассматривается в границах городского округа [4], занимающего площадь 353,58 км², и расположенного в пойме двух крупных рек – Зея и Амур в месте их слияния в пределах Амуро-Зейского междуречья.

Согласно схеме агроклиматического районирования Благовещенск находится в самой тёплой термической зоне Амурской области – в тёплом, влажном агроклиматическом подрайоне [1]. Средняя годовая температура воздуха равна 0 °С, самым холодным месяцем является январь с абсолютным минимумом температуры –45 °С; жарким – июнь с абсолютным максимумом +41 °С. Диапазон температур достигает 86 °С, что является характерной чертой резко континентального климата. Продолжительность безморозного периода 144 дня. Годовое количество осадков в среднем 580 мм. Распределение осадков по сезонам года неравномерное: 90 % годового количества осадков выпадает в тёплый период и лишь 10 % – в холодный (ноябрь – март). Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом 135–140 дней. Высота снежного покрова достигает 14–17 см. Почва промерзает на глубину 2–2,5 м. Наиболее сложное состояние погоды для растений наступает весной в период сильных ветров, резких суточных перепадов температур и малого количества осадков [1; 3].

Рассматриваемая территория находится в зоне неморальной растительности, которой в целом соответствует Маньчжурская провинция Восточноазиатской флористической области [5; 12]. В границах городского округа представлены рекреационные участки (различной степени нарушенности лесные неморальные, остепнённые и лугово-пойменные ценозы), нарушенные ценозы и селитебная зона. В состав селитебной зоны входят территория жилой застройки города, приусадебные участки и различные посадки (парки, скверы, аллеи и др., включая коллекции растений).

Дендрофлора Благовещенска специально не изучалась. Отдельные вопросы рассматривались при изучении флоры и дендрофлоры Амурской области в целом [9; 11], выявлении древесного состава парков и скверов Благовещенска [14], исследованиях флоры заповедного участка Амурского филиала Ботанического сада-института ДВО РАН, который в настоящее время входит в границы городского округа [10]. Большой интерес в этой связи представляет работа И. Г. Борисовой и М. Г. Иванчиковой [3], посвящённая ретроспективному анализу ландшафта и растительности Благовещенска.

Согласно нашим данным, дендрофлора Благовещенска насчитывает 138 видов и складывается из представителей аборигенной флоры (80), адвентивных видов (35) и условных интродуцентов (23). Под последними понимаются виды аборигенной флоры области, которые на территории города встречаются только в озеленении (посадки, скверы и т. п.), на приусадебных участках и коллекциях. Количес-

венные соотношения основных таксонов (семейство:род:вид) аборигенной дендрофлоры Амурской области и основных таксонов аборигенной дендрофлоры Благовещенска (с учётом условных интродуцентов) достаточно близки, особенно по отношению к количеству семейств и родов (табл. 1). На одно семейство аборигенной дендрофлоры области приходится в среднем 2,16 рода и 6 видов, на один род – 2,8 вида, аборигенной дендрофлоры Благовещенска – 2,0, 3,3 и 1,7 соответственно. Полученные данные показывают, с одной стороны, богатство аборигенной дендрофлоры Благовещенска, что связано с географией и климатом города, господствующим неморальным типом растительности, с другой – ограниченность территории города и связанные с этим меньшую численность и богатство видового состава в сравнении с территорией и составом дендрофлоры области.

шенска – 2,0, 3,3 и 1,7 соответственно. Полученные данные показывают, с одной стороны, богатство аборигенной дендрофлоры Благовещенска, что связано с географией и климатом города, господствующим неморальным типом растительности, с другой – ограниченность территории города и связанные с этим меньшую численность и богатство видового состава в сравнении с территорией и составом дендрофлоры области.

Таблица 1

Соотношение основных таксонов в аборигенной дендрофлоре Амурской области, аборигенной и адвентивной дендрофлорах г. Благовещенска

| Аборигенная дендрофлора Амурской области [11] | Аборигенная дендрофлора Благовещенска | Адвентивная дендрофлора Благовещенска |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Количественное соотношение: семейство:род:вид | | |
| 37:80:221 | 31:62:(80+23 усл. интр.) | 11:19:35 |

Таксономический анализ показывает, что и в аборигенной дендрофлоре и в дендрофлоре города в целом преобладают 1–2 видовые семейства (56,8 % или 21 семейство из 37). В городе первые три места занимают семейства Rosaceae, Salicaceae и Caprifoliaceae, тогда как в аборигенной дендрофлоре области – это Salicaceae, Rosaceae и Ericaceae соответственно (табл. 2). Перераспределение мест обусловлено с географическим положением города и исходным неморальным типом растительности. В адвентивной (культурной) дендрофлоре города представлены всего 11 семейств (см. табл. 1), среди которых однозначно преобладают Rosaceae, что объясняется широким использованием видов этого семейства в садоводстве и озеленении. Высока роль в семейственно-видовом спектре адвентивной дендрофлоры и таких семейств, как Salicaceae, Oleaceae, Caprifoliaceae, что также связано с высокими декоративными свойствами видов

этих семейств, их широким участием в озеленении. Анализ родового спектра также выявил преобладание одновидовых родов (47). Самым крупным родом аборигенной дендрофлоры Благовещенска, как и аборигенной дендрофлоры области, является *Salix* (11+1К), второе и третье место занимают роды *Populus* (3+4К) и *Spiraea* (4+1К) соответственно.

В дендрофлоре города представлены разнообразные жизненные формы (ЖФ), определенные по сводке А. Б. Безделева и Т. А. Безделева [2]: от вечнозелёных деревьев до летнезелёных полукустарничков. Чаще всего в озеленении отмечены летнезелёные деревья (44 вида/31,9 %) и летнезелёные кустарники (58 вида/42 %). Такой состав ЖФ определён южным положением города, господствующим лесным неморальным типом растительности, наличием больших рекреационных участков и различных коллекций.

Таблица 2

Семейственно-видовой спектр дендрофлоры г. Благовещенска в сравнении с аборигенной дендрофлорой Амурской области

| Семейство | Число видов в дендрофлоре города /аборигенная дендрофлора области [11] | Число родов в дендрофлоре города /аборигенная дендрофлора области [11] |
|-----------------|--|--|
| Rosaceae | 24+14К/41 | 15+7К/18 |
| Salicaceae | 14+5К/43 | 2/3 |
| Ericaceae | 7+1К/28 | 4/11 |
| Caprifoliaceae | 7+3К/10 | 4+2К/4 |
| Betulaceae | 6/12 | 3/4 |
| Pinaceae | 6/9 | 3/4 |
| Aceraceae | 4+1К/4 | 1/1 |
| Grossulariaceae | 3+1К/11 | 1+1К/2 |
| Ulmaceae | 3/4 | 1/1 |

В дендрофлоре Благовещенска представлены виды лесного, степного, горного и лугово-пойменного комплексов. Эколого-ценотический анализ показывает подавляющее превосходство лесных (102 вида/74 %), в первую очередь – лесных неморальных видов (рис. 1). Такое соотношение подтверждает, что до освоения человеком на территории Благовещенска были распространены неморальные леса. Наличие степных видов в дендрофлоре связано с климатическими условиями (высокая инсоляция, малое количество осадков) и близостью маньчжурских степей на пограничной территории КНР юго-восточнее Благовещенска.

Эколого-ценотический анализ условных интродуцентов и адвентивных (культурных) видов дендрофлоры демонстрирует преобладание лесных видов, для которых условия Благовещенска создают достаточно комфортные условия произрастания. Культурные виды, для которых мы не смогли определить хотя бы приблизительно изначальную эколого-ценотическую приуроченность, составляют заметный процент в дендрофлоре. Очевидно, что многолетнее существование таких растений, которое обеспечивается деятельностью человека, нивелировало их природную специ-

фику. Приживаемость видов с эколого-ценотической приуроченностью, резко отличающейся от природных условий Благовещенска, незначительна и обеспечивается только постоянным вниманием человека. Примером могут служить такие виды, как *Rhododendron aureum* Georgi, *Pinus pumila* (Pall.) Regel, *Juniperus sibirica* Burgsd.

Географический анализ дендрофлоры Благовещенска показал, что в дендрофлоре представлены 17 географических элементов (рис. 2). Самое большое число видов относится к восточноазиатскому элементу (ВА) (69 видов/50 %), причём во всех трёх категориях: аборигенные виды, адвентивные виды, условные интродуценты (см. рис. 2). Следующие места по численности занимают североазиатско-восточноазиатские (СА-ВА) (16 видов/11,6 %), циркумполярные (ЦП) (11 видов/8 %) и евразийские (ЕА) (10 видов/5 %) виды соответственно. Адвентивная группа отличается максимальным набором географических элементов, который во многом не совпадает с таковым, характерным для аборигенных видов и условных интродуцентов.

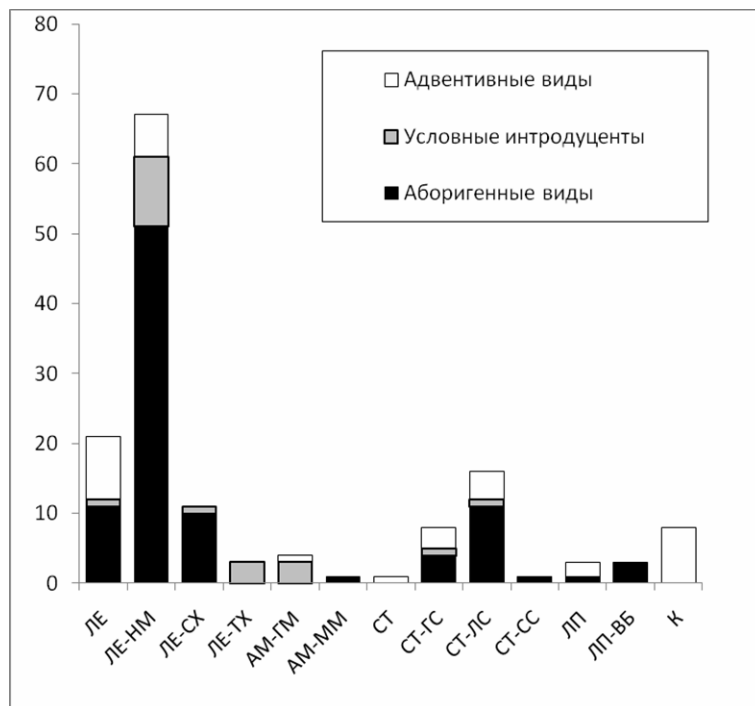


Рис. 1. Распределение видов дендрофлоры г. Благовещенска по эколого-ценотическим группам. Эколого-ценотические группы указаны согласно работам Л. И. Малышева, Г. А. Пешковой [8], В. М. Старченко [9]. АМ-ГМ – гипарктомонтанные; АМ-ММ – горная (общепоясная), или собственно горная; ЛЕ – объединяет виды лесного комплекса без четко выраженной приуроченности к определенному поясу; ЛЕ-СХ – светлохвойно-лесная; ЛЕ-ТХ – темнохвойно-лесная; ЛЕ-НМ – неморальная; СТ – виды степного комплекса без четко выраженной приуроченности; СТ-ГС – горностепная; СТ-ЛС – лесостепная; СТ-СС – собственно степная; ЛП – виды лугово-пойменного комплекса без выраженной (акцентированной) эколого-фитоценотической приуроченности; ЛП-ВБ – водно-болотная; К – культурные растения

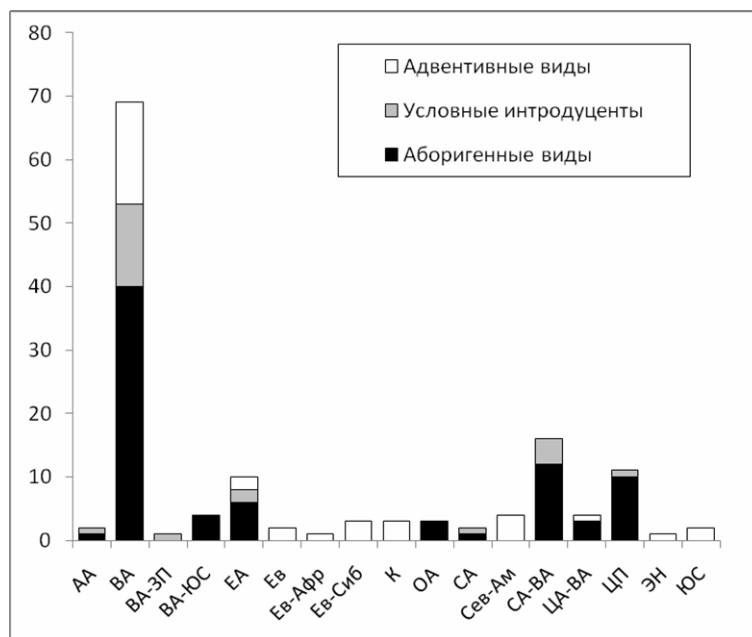


Рис. 2. Распределение видов дендрофлоры г. Благовещенска по географическим элементам. Географические элементы указаны согласно работам Л. И. Малышева, Г. А. Пешковой [8], В. М. Старченко [9]. АА – азиатско-американский; ВА – восточноазиатский; ВА-ЗП – восточноазиатско-западноазиатский; ВА-ЮС – восточноазиатско - южно-сибирский; ЕА – евразийский (внетропический); Ев – европейский; Ев-Афр – европейско-африканский; Ев-Сиб – евро-сибирский; К – культурный (естественный ареал не выяснен); ОА – общеазиатский; СА – североазиатский; Сев-Ам – североамериканский; СА-ВА – североазиатско-восточноазиатский; ЦА-ВА – центральноазиатско-восточноазиатский; ЦП – циркумполярный; ЮС – южно-сибирский; ЭН – эндемичный

Адвентивные виды и условные интродуценты дендрофлоры Благовещенска по-разному реагируют на те условия, в которых осуществляется их интродукция или культивирование. Виды, чья эколого-ценотическая приуроченность близка условиям города, несмотря на полное несовпадение ареалов с рассматриваемой территорией, гораздо легче адаптируются к новым условиям, чем виды с близким или совпадающим ареалом, но относящиеся к другому типу растительности. Например, североамериканский вид *Acer negundo* L. легко распространился на значительной территории юга Дальнего Востока, включая Амурскую область, и даже стал входить в естественные относительно слабо нарушенные ценозы. Таким же примером является активно внедряющийся в естественные ценозы в пределах Благовещенска евросибирский вид *Hippophae rhamnoides* L. [13]. Эти два вида являются лесными и условия их существования в пределах естественного ареала достаточно близки условиям Благовещенска. Противоположным примером может служить евросибирский вид *Elaeagnus angustifolia* L., который был неоднократно отмечен в озеленении города, но так и не смог адаптироваться к условиям Благовещенска, что, по-видимому,

связано с принадлежностью вида к степному типу растительности. Аналогичными примерами являются уже упоминавшиеся ранее горные виды *Rhododendron aureum*, *Pinus pumila*, *Juniperus sibirica*. Ареал этих видов включает Благовещенск, но специфические условия произрастания, принадлежность к другому зональному типу растительности не позволяют им хорошо адаптироваться. Анализ уровня приживаемости адвентивных видов и условных интродуцентов показывает, что легче всего адаптируются к городским условиям те виды, чей ареал и эколого-ценотическая группа максимально совпадают с географией и климатом Благовещенска, причём эколого-ценотическая приуроченность и зональный фактор играют определяющую роль.

В дендрофлоре Благовещенска отмечены 13 видов, внесённых в Красную книгу Амурской области [6] и 5 видов, включённых в Красную книгу России [7]. Интересно, что все последние являются адвентивными. К ним относятся *Juniperus rigida* Siebold et Zucc., *Microbiota decussata* Kom., *Rhododendron schlippenbachii* Maxim., *Armeniaca mandshurica* (Maxim.) Skvorts., *Prinsepia chinensis* (Oliv.) Oliv. ex Bean. Два последних вида легко адаптируются к условиям Благовещенска, что также связано с их

эколого-ценотической приуроченностью (лесная неморальная группа). Высокий процент краснокнижных видов в дендрофлоре Благовещенска подтверждает, что озеленение является достаточно эффективным путём сохранения редких и краснокнижных видов.

Литература

1. Агроклиматические ресурсы Амурской области / под ред. И. Ф. Маврина. – Благовещенск, 1983. – 68 с.
2. Безделев А. Б. Жизненные формы семенных растений Российского Дальнего Востока / А. Б. Безделев, Т. А. Безделева. – Владивосток : Дальнаука, 2006. – 296 с.
3. Борисова И. Г. К ретроспективному анализу ландшафта и дендрофлоры Благовещенска (Амурская область) / И. Г. Борисова, М. Г. Иванчикова // Растения в муссонном климате : материалы IV науч. конф. «Растения в муссонном климате». (Владивосток, 10–13 октября 2006 г.) / ред. С. Б. Гончарова. – Владивосток : БСИ ДВО РАН, 2007. – С. 415–418
4. Закон Амурской области «О наделении муниципального образования города Благовещенск статусом городского округа и об установлении его границ» // Амур. правда. – 2005. – № 190.
5. Карта растительности бассейна Амура / С. А. Грибова [и др.] ; под ред. В. Б. Сочавы. – М. : ГУГК, 1969.
6. Красная книга Амурской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. Офиц. изд. – Благовещенск : Изд-во БГПУ, 2009. – 446 с.

7. Красная книга Российской Федерации : растения и грибы. – М. : Тов. науч. изд. КМК, 2008. – 855 с.
8. Малышев Л. И. Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье) / Л. И. Малышев, Г. А. Пешкова. – Новосибирск : Наука, 1984. – 265 с.
9. Старченко В. М. Флора Амурской области и вопросы её охраны: Дальний Восток России / В. М. Старченко. – М. : Наука, 2008. – 228 с.
10. Старченко В. М. Флора Ботанического сада АмурНЦ ДВО РАН / В. М. Старченко, Г. Ф. Дарман // Интродукционные центры Дальнего Востока России: итоги исследований : материалы Первой отчетной сессии регион. Совета ботан. садов Дальнего Востока 10–11 октября 2001 г., Владивосток). – Владивосток : Дальнаука, 2002. – С. 161–173.
11. Старченко В. М. Дендрофлора Амурской области и перспективы использования в озеленении / В. М. Старченко, Н. А. Тимченко // Учёные записки Забайкальского гос. гуманитар.-пед. ун-та им. Чернышевского. Сер. Естественные науки. – 2009. – № 1. – С. 104–111.
12. Тахтаджян А. Л. Флористические области Земли / А. Л. Тахтаджян. – Л. : Наука, 1978. – 248 с.
13. Тимченко Н. А. Облепиха в Амурской области / Н. А. Тимченко, В. М. Старченко. – Естественные и технические науки. – 2009. – № 3. – С. 131–134.
14. Timchenko N. A. Planting in Parks and Gardens as a Way of Protecting Rare Forest Species in Amur State Far East Russia / N. A. Timchenko, V. M. Starchenko // Eurasian J. of Forest Research / Hokkaido University Forests, EFRC, 2007. – Vol. 10. – P. 135–138.

The dendroflora of city of Blagoveshchensk, Amur region

V. M. Starchenko¹, N. A. Timchenko²

¹Amur Branch of Botanical Garden–Institute FEB RAS, Blagoveshchensk;

²Far East State Agricultural University, Blagoveshchensk

Abstract. Dendroflora of Blagoveshchensk consist of 138 species (including 35 of adventitious) and generally refers to the East Asian forest nemoral flora. Species whose area and ecological cenotic group most coincide with the geography and climate of Blagoveshchensk, the easiest to adapt to urban conditions. Ecological-cenotic confinement and zone factor play a decisive role in their adaptation.

Key words: dendroflora, Far East of Russia, Blagoveshchensk, taxonomic, geographical and ecological-cenotic analysis

Старченко Валентина Михайловна
Амурский филиал Ботанического сада-института ДВО РАН
675004, Амурская обл., г. Благовещенск,
2-й км Игнатьевского шоссе
доктор биологических наук, доцент,
заведующий лабораторией ботаники
тел.(4162) 52–32–53; факс (4162)33–32–53
E-mail: starchenkoamur@mail.ru

Starchenko Valentina Mikhailovna
Amur Branch of Botanical Garden–Institute FEB RAS
Ignatyevskoye highway, Blagoveshchensk, 675004
D. Sc. in Biology, ass. prof., Head of Laboratory of Botany
phone (4162) 52–32–53; fax (4162)33–32–53
E-mail: starchenkoamur@mail.ru

Тимченко Наталья Алексеевна
Дальневосточный аграрный университет
675006, Амурская обл., г. Благовещенск,
ул. Ленина, 180
доцент, заведующий кафедрой лесоводства

Timchenko Natalya Aleksandrovna
Far East State Agricultural University
180 Lenin St., Blagoveshchensk, 675006
ass. prof., Head of Laboratory of Forestry



УДК 635.92; 635.922; 635.925

Оптимизация системы озеленения города Екатеринбурга

Г. П. Федосеева¹, Т. С. Благодаткова², Т. Ф. Оконешникова¹

¹Ботанический сад Уральского государственного университета имени А. М. Горького, Екатеринбург;

²Администрация г. Екатеринбурга, комитет благоустройства

E-mail: halinaphedoseeva@mail.ru

Аннотация. Приведены исторические сведения об озеленении города Екатеринбурга, начиная с середины XIX в. до наших дней. В современном Екатеринбурге созданы и поддерживаются в оптимальном состоянии различные типы и категории зелёных насаждений. Признано необходимым расширение ассортимента видового состава деревьев, кустарников, грунтовых летников и травянистых многолетников за счёт видов природной флоры, включая растения из числа охраняемых. При формировании озеленительного ассортимента помимо основных классических критериев отбора предлагается учитывать физиологический показатель – интенсивность фотосинтеза.

Ключевые слова: ассортимент декоративных видов, дикорастущие травянистые многолетники, грунтовые летники, интродукция, редкие виды.

Основанному в 1723 г. городу Екатеринбург в 2011 г. исполняется 288 лет. По состоянию на 2010 г. численность населения Екатеринбурга – 1 375,4 тыс. человек. Это один из немногих городов с числом жителей более миллиона, где в последние годы отмечено улучшение демографической ситуации за счёт естественного прироста населения и миграционного потока.

Екатеринбург находится в центральной части Евразийского материка на границе Европы и Азии, в срединной части восточного склона Уральского хребта на 56° 51" северной широты, 60° 36" восточной долготы и высоте 250 м над у. м. Климат континентальный, характеризующийся холодной продолжительной зимой с устойчивым снежным покровом и тёплым, но сравнительно коротким летом. Средняя температура января составляет -16 °С, средняя температура июля +18 °С, среднегодовая температура +2,6 °С, среднегодовая влажность воздуха – 71 %, среднегодовая норма осадков – 491 миллиметров. Для климата Урала характерны погодные аномалии.

Муниципальное образование «г. Екатеринбург» занимает площадь 1 143 га. Город расположен в пойме р. Исеть (приток Тобола). На территории Екатеринбурга насчитывается 118 водных объектов, 12 из которых выполняют рекреационные функции и определяют комфортные условия для отдыха горожан. Основные из них – оз. Шарташ и Песчаное и Верх-

Исетское водохранилище. Через центральную часть города протекает р. Исеть. Земли водного фонда занимают 3,8 % от всей площади муниципального образования [15].

В городской черте Екатеринбурга находятся 15 лесопарков. Самый крупный из них – лесопарк им. Лесоводов России (площадь 945 га). На земли лесного фонда приходится 24,8 % от общей площади городского округа муниципального образования. В настоящее время площадь зелёных насаждений общего пользования на одного жителя составляет 20,2 м².

Одной из экологических проблем города является загрязнение атмосферного воздуха автомобильным транспортом – 80 % от общего количества выбросов. В сравнении с 2003 г. объём выбросов вредных веществ в атмосферу передвижными источниками вырос более чем в 1,7 раза (с 144,25 тыс. т) и составил в 2009 г. 252,6 тыс. т [15]. Количество автотранспорта на дорогах ежегодно увеличивается как за счёт парка автомобилей горожан (по отношению к 2003 г. рост в 1,8 раза), так и ежедневно прибывающих в Екатеринбург жителей агломерации.

Объём выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников носит стабильный характер. В 2009 г. по отношению к 2003 г. наблюдался незначительный рост выбросов (всего в 1,2 раза) и составил 25,9 тыс. тонн. Кроме предприятий и автотранспорта, существенный вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят выбросы неорганизованных

источников (в 2009 г. – 36,5 тыс. тонн) [15], а также при неблагоприятном западном ветре трансграничный перенос загрязнений от промышленных предприятий сопредельных муниципальных образований: Ревды, Первоуральска, Верхней Пышмы, Полевского.

Рост загрязнения, связанный с интенсивным увеличением автомобильного транспорта, наличие несанкционированных свалок и сброса в водоёмы сточных вод промышленных предприятий, утрата резервируемых под озеленение и благоустройство свободных территорий и ряд других негативных воздействий (ухудшение качества питьевой воды, увеличение уровня шума, уплотнение и загрязнение почвогрунта, нарушения его газообмена асфальтовым покрытием) являются проблемами экологического состояния города. Для их устранения был разработан «Стратегический план развития Екатеринбурга» [15], включающий шесть направлений. Одно из них – формирование комфортной, экологически благополучной городской среды. В рамках этого направления разработан и реализуется стратегический проект «Зелёный город» [16]. Цель проекта – оптимизация системы зелёного фонда города для обеспечения благоприятной среды жизни и отдыха горожан. Основной ожидаемый результат решения проблемы – улучшение эстетического и санитарно-гигиенического состояния зелёной зоны города, увеличение площади зелёных насаждений общего пользования и улучшение цветочного оформления городских территорий.

В истории озеленения города прослеживаются три основных этапа [9]. Первый относится к середине XIX в. В этот период создаются интересные архитектурные жилые и административные ансамбли. Среди них особое место занимает усадьба Расторгуева – Харитоновна, на территории которой был разбит сад. Закладываются сады при усадьбах Казанцевых, Ошкурковых, Нуровых. Во второй половине XIX в. проводятся серьёзные работы по озеленению города. Появились общественные сады и скверы – Нуровский сквер (рядом с почтамтом), сквер на плотине Городского пруда, сад общественного собрания (сад Вайнера), по Главному проспекту протянулся широкий бульвар. Ассортимент используемых древесных растений невелик и, как правило, представлен лиственными породами. Чаще всего и в большом количестве применяли тополь бальзамический и клён ясенелистный, реже липу мелколистную и яблоню сибирскую и

очень редко дуб черешчатый. Из кустарников часто используются акация жёлтая, сирень обыкновенная и сирень венгерская.

Второй этап массового озеленения относится к 30–40 гг. XX столетия. Силами горожан производятся посадки вдоль улиц Малышева, Челюскинцев, Пушкинской, озеленяются первые улицы на Уралмаше. Используемый ассортимент деревьев и кустарников небогат: тополь бальзамический, клён ясенелистный, ясень пенсильванский, акация жёлтая.

Третий этап начинается с появлением в городе специализированной организации по зелёному строительству. С середины 1950-х гг. проводится большая работа по реконструкции старых парков и закладке новых: парк Коммунистов, площадь Труда, сквер у оперного театра, проспект Ленина, сквер Кирова, Исторический сквер. Площадь всех зелёных массивов и насаждений в пределах городской черты составляла в 1953 г. – 19 289 га, в 1957 г. – 17 945 га, в 1959 г. – 15 670 га [11].

В озеленении всё ещё прослеживаются отличительные черты классического регулярного стиля, но появляются и элементы ландшафтного решения, например, в Историческом сквере. Ассортимент древесно-кустарниковых пород стал значительно шире: используемые в озеленении деревья – ель обыкновенная и ель колючая, сосна кедровая сибирская, лиственница Сукачева, тополь бальзамический, тополь пирамидальный, берёза бородавчатая, черёмуха Маака и черёмуха виргинская, вяз мелколистный, липа мелколистная, яблоня сибирская, груша уссурийская, клён ясенелистный, ясень пенсильванский, рябина обыкновенная; кустарники – кизильник блестящий и кизильник черноплодный, боярышник сибирский, дерен красный, акация жёлтая, калина обыкновенная, чубушник венечный, роза морщинистая, жимолость татарская, разновидности спирей и т. д.

Конец 1970-х – начало 1980-х гг. характеризуется доминирующим применением ландшафтной планировки, резко уменьшается использование живых изгородей. В посадках применяют смешанные группы, создающие уральский колорит (ель, лиственница, берёза, рябина), чаще в больших количествах используют хвойные породы, в том числе и сосну обыкновенную.

В период 1985–1987 гг. активно шло озеленение города: в Свердловске были высажены 40 тыс. деревьев, 120 тыс. кустарников, а также цветы на площади около 100 га [2].

С 1990 г. наметилась тенденция спада основных показателей, характеризующих состояние городского озеленения. Если в 1992 г. были высажены 22,2 тыс. деревьев и кустарников, то в 1996–1997 гг. это число сократилось до 3,5 тыс. (т. е. уменьшилось в 6,3 раза). Анализ материалов по объёмам посадок древесных растений в 2006–2010 гг. (табл. 1) показал, что в среднем за год высаживались 3 206 посадочных единиц. Указанный объём выполняемых работ примерно соответствовал уровню 1996–1997 гг. Несмотря на отсутствие устойчивой тенденции повышения количества высаженных деревьев и кустарников, улучшилось качество работ за счёт использования более совершенной технологии, обеспечивающей хорошую приживаемость растений.

За последние 10 лет на территории города были созданы девять новых зелёных зон на площади 22,33 га, перечень которых представлен в табл. 2.

Параллельно с вновь благоустраиваемыми зелёными зонами ведётся постоянная поэтапная работа по реконструкции существующих объектов зелёного хозяйства, таких как бульвар Культуры, парк им. К. А. Архипова, бульвары по ул. Посадской, ул. Мира, ул. Восточной, Исторический сквер, набережная им. А. М. Горького, сквер им. Джавахарлала Неру, сквер напротив здания Свердловской государственной академической филармонии. В 2011 г. запланирована реконструкция бульвара по ул. Инженерной.

При благоустройстве и реконструкции объектов зелёного хозяйства основные усилия специализированных служб направлены на санитарную обрезку и снос перестойных и ветровальных деревьев по магистралям города, а также излюбленным местам отдыха горожан, скверам и паркам. Вырубаются ветровальные и больные породы деревьев – тополь, ива, клён американский и заменяются другими видами – липой, яблоней, рябиной, сиренью.

Таблица 1

Объём работ по посадке древесных растений в г. Екатеринбурге 2006–2009 гг.

| Жизненная форма, количество, шт. | Годы | | | | | Всего |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | |
| Деревья | 2 401 | 1 024 | 1 452 | 2 663 | 314 | 7 854 |
| Кустарники | 836 | 1 828 | 3 260 | 1 213 | 1 039 | 8 176 |
| Всего | 3 237 | 2 852 | 4 712 | 3 876 | 1 353 | 16 030 |

Таблица 2

Новые зелёные зоны Екатеринбурга

| Название объекта | Месторасположение | Площадь, га |
|---|---|----------------|
| <i>Верх-Исетский район</i> сквер на площади Театральной (перед Драмтеатром) | ул. Ельцина, 2 | 3,88 |
| <i>Верх-Исетский район</i> сквер по улице Татищева | располагается напротив дома № 77 от ул. Заводской до ул. Викулова | 1,8 |
| <i>Кировский район</i> сквер Юнеско | ул. Толмачёва-Дзержинского до ул. Пролетарская | 1,59 |
| <i>Чкаловский район</i> Тбилисский бульвар | от ул. Щварца до ул. Крестинского | 3,91 |
| <i>Чкаловский район</i> бульвар Малахова | от ул. Щварца до ул. Крестинского | 3,13 |
| <i>Чкаловский район</i> Сквер по улице 8 Марта – Щварца | пересечение улиц 8 Марта-Щварца | 0,82 |
| <i>Железнодорожный район</i> Набережная Городского пруда | от ККТ «Космос» до ул. Челюскинцев | 1,6 |
| <i>Ленинский район</i> Набережная р. Исеть | от ул. Малышева до ул. Куйбышева | 4,2 |
| <i>Октябрьский район</i> Набережная р. Исеть | от ул. Куйбышева до ул. Декабристов | 1,4 |

В озеленении города используются следующие основные породы: лиственные – тополь, клён, ясень, липа, вяз, боярышник, яблоня, ива, черёмуха, рябина; хвойные – сосна, лиственница, ель, кедр; кустарники – кизильник, шиповник, сирень. В последние годы активно высаживаются спирея и барбарис. Анализ качественного состава древесных пород, используемых для озеленения города, показал, что он достаточно беден в ботаническом отношении. Отсутствуют (или мало представлены) в посадках виды из флоры Дальнего Востока, Западной и Восточной Сибири, Европы, Северной Америки. Результаты научных исследований, выполненных в интродукционных центрах Урала, свидетельствуют о широкой адаптационной возможности растений из этих географически отдалённых районов и перспективности их культивирования в урбанизированной среде. Стратегическим приоритетом развития города должно стать обновление и расширение ассортимента древесных пород и кустарников, что приведёт к улучшению эстетического облика и санитарно-гигиенической обстановки, повышению привлекательности Екатеринбурга.

Особое место в озеленении города занимает цветочное оформление. Его задачи в отдельные периоды жизни города решались по-разному. Менялись площади цветников и акценты в оформлении. Предпочтение отдавалось розам и луковичным или комбинациям из них. Ассортимент цветочных растений был

достаточно однообразен. Для оформления цветников из горшечных культур использовали пеларгонию, сальвию, бегонию клубневую и бегонию изящную, фуксию золотистую; из летников – пиретрум, агератум, алиссум, диморфотеку, георгины, маргаритки, петунию, флокс, виолу, циннию, тагетес, настурцию, календулу; из ковровых – альтернантеру, ирзине. Декоративные многолетники – пионы, лилейники, ирисы занимают незначительные площади и сосредоточены преимущественно в центральной части города (табл. 3). Таблица иллюстрирует, что в последние годы ассортимент декоративных многолетников практически не менялся. Он включает всего 8 наименований. Невелики и размеры цветников, общая площадь составляет 0,11 га.

В этой связи стратегически важной задачей в рамках комплексного выполнения мероприятий по улучшению экологической ситуации в городе является расширение генофонда травянистых многолетников для озеленения за счёт видов природной флоры. В ботанических садах России накоплен богатейший опыт по культивированию дикорастущих декоративных многолетников в городской среде [5; 10; 12; 13; 14; 17]. К сожалению, научные результаты мало используются практиками-озеленителями. Учёные-интродукторы надеются, что их ботанические находки (открытия) будут приравнены к инновационным разработкам по сохранению биоразнообразия и востребованы обществом.

Таблица 3

Видовой состав многолетних травянистых растений для оформления цветников в г. Екатеринбурге, 2010 г.

| Месторасположение цветника | Виды, занимаемая площадь, м ² | | | | | | | |
|---|--|----------|-------|-----------|--------|----------|-------|-----------|
| | пионы | нарциссы | ирисы | лилейники | флоксы | астильба | хоста | бузульник |
| Развязка Центральный стадион ул. Репина – ул. Малышева | 30 | – | – | 60 | – | – | – | – |
| Городская плотина проспект Ленина до уреза воды | 15 | – | 15 | – | – | – | – | – |
| Сквер Кирова ул. Мира, 26–28 | | 10 | 10 | 80 | – | – | – | – |
| Магазин «Спорттовары» проспект Ленина, 53 | 30 | – | – | 120 | – | – | – | – |
| Кольцо «Динамо» проспект Ленина – ул. Луначарского | 150 | 25 | – | 80 | – | – | – | – |
| Исторический сквер пр. Ленина – ул. Воеводина – ул. Малышева – ул. Горького | 156 | – | 35 | 100 | 105 | 35 | 50 | 2,5 |
| Сквер около Оперного театра проспект Ленина, 46а | 20 | – | – | – | – | – | – | – |
| Итого | 401 | 35 | 60 | 440 | 105 | 35 | 50 | 2,5 |

Ботанический сад Уральского государственного университета рекомендует использовать в цветочном оформлении города перспективные (П) и очень перспективные (ОП) дикорастущие многолетники. В таблице 4 приведены сведения по некоторым из них. В список включено 33 вида, 14 из них являются эндемичными, реликтовыми и охраняемыми с разной категорией редкости. Виды отличаются по габитусу, срокам цветения, окраске цветков и способам использования в озеленении (для групповых посадок, бордюров, рокариев и др.). Экспериментальным путем установлено, что специфической особенностью указанных видов является длительность существования в условиях культуры без утраты декоративных качеств и способности к семенному или вегетативному размножению.

Кроме того, декоративные травянистые многолетники и однолетники (амарант, целозия и др.) по сравнению с древесными видами характеризуются высокими значениями фотосинтеза, транспирации и транспирационного коэффициента (табл. 5). Данные были получены с помощью высокоточной портативной факторостатной газоизмерительной системы GFS-3000 (Walz, Германия) [3]. Таблица 5 иллюстрирует, что из травянистых многолетников наиболее интенсивным фотосинтезом характеризуется подсолнечник клубненосный (топинамбур), незначительно уступают ему амарант багряный и целозия серебристая. Следовательно, обогащение генофонда культивируемых в городской среде декоративных растений за счёт привлечения видов-интродуцентов, обладающих высокой активностью поглощения углекислоты в процессе фотосинтеза, будут способствовать насыщению атмосферного воздуха кислородом. Нами предлагается использовать топинамбур, как одно из самых неприхотливых растений на Земле, для создания зелёных зон на урбанизированных территориях.

Результаты по оценке декоративных качеств и перспективности введения в культуру дикорастущих многолетников послужили научной основой для разработки и реализации в ботаническом саду собственного ландшафтно-архитектурного проекта по восстановлению фиторазнообразия на территории с деградированным почвенно-растительным покровом [5]. Ландшафтно-архитектурный проект под названием «Парк редких растений» реализуется поэтапно по мере инженерной подготовки участков и накопления посадочного материала. В нём предусматриваются:

– сохранение естественных растительных группировок и улучшение их санитарных и эстетических свойств;

– конструирование на участках с деградированным почвенным и растительным покровом ландшафтно-пейзажных композиций с высокими декоративными качествами;

– восстановление нарушенных естественных ценозов и создание искусственных с использованием декоративных редких видов из числа аборигенных и инорайонных.

При разработке видовой состава ландшафтных композиций принимали во внимание фитоценологические взаимоотношения и требовательность растений к основным факторам внешней среды, жизненную форму, габитус и формовое разнообразие, окраску надземных органов, сроки и продолжительность цветения, т. е. использован эколого-фитоценологический подход и принципы создания сада непрерывного цветения с учётом законов гармонии и контраста.

В ландшафтно-пейзажные композиции включены хвойные растения, обеспечивающие декоративный эффект территории в зимнее время.

Первые посадки в «Парке редких растений» были произведены в 1996 г. и в настоящее время в экспозиции насчитывается 238 видов деревьев, кустарников и травянистых растений. Из числа нуждающихся в охране насчитывается 90 видов, в том числе 30, внесённых в Красную книгу Свердловской области [7], 20 – в Красную книгу Российской Федерации [6]. Эндемичные и реликтовые элементы флоры представлены соответственно 12 и 25 видами. Растения в составе ландшафтно-пейзажной экспозиции, достигшие генеративного состояния, ежегодного цветут, образуют полноценные семена, дают самосев (пионы, ирисы, наперстянка, первоцветы, кандык, копытень и др.). Эксперимент по созданию на небольшой охраняемой территории с техногенно нарушенным почвенным и растительным покровом ландшафтно-пейзажных композиций с включением в их состав не только декоративных форм, но и видов разной категории угрожаемого состояния, широкого спектра использования, реликтовых и эндемичных растений, является уникальным. Ценность таких мини-ландшафтов очень велика. Они являются хорошей базой для научных исследований по проблеме сохранения биоразнообразия, просветительской работы, проведения учебных занятий по ботанике, растениеводству, ботаническому ресурсоведению, ландшафтному дизайну, цветоводству.

Таблица 4

Характеристика и применение по типам посадок декоративных травянистых многолетников природной флоры. Ботанический сад, 2010

| № | Название растений, статус (категория редкости, эндемик, реликт), перспективность интродукции | Участок | | | Использование | | | | | | Основные характеристики | | | | |
|----|---|---------|-------------|----------|--------------------|-------------|-----------------------------------|----------------|----------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------|--|------------------------------------|
| | | теневой | полутеневой | открытый | солитерные посадки | миксбордеры | декорирование изгородей, построек | вдоль тропинок | почвопокровное | каменистые сады, участки | высота растений, см | Срок цветения | Окраска цветков | Потеря декоративности | Срок хоз. годности насаждений, лет |
| 1 | Прострел обыкновенный <i>Pulsatilla vulgaris</i> Mill. 3(1), П | - | - | + | + | + | - | - | - | + | 30–50 | среднепоздневесенний | фиолетовая | сентябрь | 4–5 |
| 2 | Прострел желтеющий <i>Pulsatilla flavescens</i> (Zucc.) Juz. 3(1), П | - | - | + | + | + | - | - | - | + | 30–50 | среднепоздневесенний | жёлтая | сентябрь | 4–5 |
| 3 | Печёночница благородная <i>Hepatica nobilis</i> Mill. П | - | + | | + | | + | - | - | - | 25–30 | среднепоздневесенний | сиреневая | до снега | 5–6 |
| 4 | Мускари гроздевидный <i>Muscari bothyoides</i> (L) Mill. ОП | - | - | + | + | + | - | - | - | - | 12–18 | поздневесенний | тёмно-синяя | середина июня | 5–6 |
| 5 | Кандык сибирский <i>Erythronium sibiricum</i> (Fisch. Et Mey.) Kryl. 3 (2), П | - | - | + | + | + | - | - | - | - | 8–10 | поздневесенний | фиолетово-розовая | середина июня | 5–6 |
| 6 | Пролеска сибирская <i>Scilla sibirica</i> Andr. ОП | - | - | + | + | + | - | - | - | - | 8–10 | поздневесенний | синяя | конец июня | 7–8 |
| 7 | Копытень европейский <i>Asarum europaeum</i> L. реликт П | + | + | | | + | + | - | - | - | 10–12 | поздневесенний | цветки незаметны | вечнозелёный | 7–9 |
| 8 | Бадан толстолистный <i>Bergenia crassifolia</i> (L.) Fritsch эндемик Южной Сибири П | - | + | + | + | + | - | - | - | + | 40–60 | поздневесенне-раннелетний | лилово-красная | вечнозелёный | 6–7 |
| 9 | Примула крупночашечная <i>Primula macrocalyx</i> Bunge. ОП | - | + | + | + | - | - | - | - | + | 25–30 | поздневесенне-раннелетний | жёлтая | в начале августа до середины при смене листьев | 2–5 |
| 10 | Воронец колосистый <i>Actea spicata</i> L. реликт П | - | + | - | + | + | - | - | + | - | 40–50 | раннелетний | белая | середина августа | 7–8 |

| № | Название растений, статус (категория редкости, эндемик, реликт), перспективность интродукции | Участок | | | Использование | | | | | | Основные характеристики | | | | |
|----|--|---------|-------------|----------|--------------------|-------------|-----------------------------------|----------------|----------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------------------|
| | | теневой | полутеневой | открытый | солитерные посадки | миксбордеры | декорирование изгородей, построек | вдоль тропинок | почвопокровное | каменистые сады, участки | высота растений, см | Срок цветения | Окраска цветков | Потеря декоративности | Срок хоз. годности насаждений, лет |
| 11 | Ландыш майский <i>Convallaria majalis</i> L. П | + | + | - | + | + | - | - | + | - | 15–20 | раннелетний | белая | сентябрь | 8–10 |
| 12 | Пион уклоняющийся <i>Paeonia anomala</i> L. 3 (1) | - | + | + | + | + | + | - | + | - | 80–100 | раннелетний | малиновая | начало сентября | 8–10 |
| 13 | Ирис сибирский <i>Iris sibirica</i> L. 3 (1) ОП | - | + | + | + | + | + | - | - | - | 60–80 | раннелетний | светло-синяя, белая | после сильных заморозков | 5–6 |
| 14 | Купальница европейская <i>Trollius europaeus</i> L. П | - | + | + | + | | + | + | - | - | 60–80 | раннелетний | жёлто-оранжевая | конец августа | 5–6 |
| 15 | Барвинок малый <i>Vinca minor</i> L. П | + | + | + | - | - | - | - | + | - | 10–15 | раннелетний | голубая | вечнозелёный | 6–7 |
| 16 | Гвоздика иглолистная <i>Dianthus acicularis</i> Fisch. et Ledeb. 3 (1, 3) П | - | | + | - | + | - | - | - | + | 10–15 | раннелетний | белая | до заморозков | 4–5 |
| 17 | Бруннера сибирская <i>Brunnera sibirica</i> Stev. Эндемик Алтай, Саян П | + | + | + | - | - | - | - | - | + | 40–60 | раннелетний | синяя | начало сентября | 5–6 |
| 18 | Ирис жёлтый <i>I. pseudacorus</i> L. 2 (3) ОП | - | - | + | + | + | + | + | - | - | 50–80 | раннесреднелетний | жёлтая | после сильных заморозков | 5–7 |
| 19 | Ирис щетинистый <i>I. setosa</i> Pall. ex Link П | - | - | + | + | + | + | + | - | - | 35–45 | раннесреднелетний | синяя | после сильных заморозков | 5–6 |
| 20 | Лилейник (красноднев) Жёлтый <i>Hemerocalis lilio-asphodelus</i> L. ОП | - | - | + | + | + | + | + | - | - | 60–80 | раннесреднелетний | золотисто-жёлтая | после заморозков | 5–7 |
| 21 | Синюха голубая <i>Polemonium coeruleum</i> L. ОП | - | + | + | + | + | + | - | - | - | 80–100 | раннесреднелетний | сине-голубая | август | 7–8 |
| 22 | Хатьма тюрингенская <i>Lavatera thuringiaca</i> L. ОП | - | - | + | + | - | - | + | - | - | до 100 | раннесредн-позднелетний | розовая | конец сентября | 8–10 |

| № | Название растений, статус (категория редкости, эндемик, реликт), перспективность интродукции | Участок | | | Использование | | | | | | Основные характеристики | | | | |
|----|--|----------|--------------|----------|--------------------|-------------|-----------------------------------|----------------|----------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------------------|
| | | теневого | полутеневого | открытый | солитерные посадки | миксбордеры | декорирование изгородей, построек | вдоль тропинок | почвопокровное | каменистые сады, участки | высота растений, см | Срок цветения | Окраска цветков | Потеря декоративности | Срок хоз. годности насаждений, лет |
| 23 | Солнцецвет монетолистный <i>Helianthemum nummularium</i> (L.) Mill. 3(1, 3) П | - | - | + | - | - | - | - | + | + | 10–20 | раннесредне- позднелетний | желтая | до заморозков | 4–5 |
| 24 | Пион молочноцветковый <i>P. lactiflora</i> Pall 2(2) ОП | - | + | + | + | + | + | - | + | - | 80–100 | среднелетний | белая | середина сентября | долговечен |
| 25 | Ирис русский <i>I. ruthenica</i> Ker-Gawl. ОП | - | - | + | + | + | - | + | - | - | 22–30 | среднелетний | синяя | после сильных заморозков | 6–7 |
| 26 | Ирис германский <i>I. germanica</i> L. П | - | - | + | + | + | + | - | - | - | 60–90 | среднелетний | фиолетовая | после сильных заморозков | 6–7 |
| 27 | Седум гибридный <i>Sedum hybridum</i> L. реликт ОП | - | - | + | - | - | - | - | + | + | 15–20 | среднелетний | жёлтая | вечнозелёный | 5–6 |
| 28 | Песчанка злаколистная <i>Arenaria biflora</i> L. П | - | - | + | - | - | - | - | - | + | 20–25 | среднелетний | белая | до заморозков | 4–5 |
| 29 | Вербейник монетный <i>Lysimachia nummularia</i> L. П | - | + | + | - | - | - | - | + | - | 20–30 | среднелетний | жёлтая | вечнозелёный | 5–6 |
| 30 | Птицемлечник зонтичный <i>Ornithogalum umbellatum</i> L. П | - | - | + | + | + | - | - | - | - | 25–30 | вторая половина июня | белая | середина июня | 5–6 |
| 31 | Лилейник Миддендорфа <i>H. middendorffii</i> Trautv. et Mey. ОП | - | - | + | + | + | + | + | - | - | 80–100 | среднепоздне летний | яркооранжево-жёлтая | после заморозков | 6–7 |
| 32 | Морордовник шароголовный <i>Echinops sphaerocephalus</i> П | - | - | + | + | + | + | - | - | - | до 200 | среднепоздне летний | синяя сизоголубая | конец сентября | 8–10 |
| 33 | Безвременник осенний <i>Colchicum autumnale</i> L. П | - | - | + | + | - | - | - | - | - | 20–25 | позднелетний-раннеосенний | светлосиреневая | - | 8–9 |

Примечание: цифры в скобках – ссылки на Красные книги: 1 – Красная книга Свердловской области [7]; 2 – Красная книга Российской Федерации [6]; 3 – Красная книга Среднего Урала [8]

Характеристика стационарного фотосинтетического газообмена и пигментного аппарата древесных и травянистых растений, произрастающих в Ботаническом саду Уральского государственного университета, 2010 г.

| № | Виды | Видимый CO ₂ газообмен, мкмоль/(с г Хл) | Транспирация, ммоль/(с г Хл) | Транспирационный коэффициент, моль H ₂ O/моль CO ₂ | Содержание в листе Хл (a+b), мг/г | Соотношение хлорофиллов a/b |
|------------------------------------|---|--|------------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------|
| Древесные | | | | | | |
| 1 | <i>Larix sibirica</i> Ledeb. | 12±3 | 1,3±0,2 | 108±10 | 2,13 | 1,8 |
| 2 | <i>Quercus robur</i> L. | 19±6 | 3,6±0,9 | 201±42 | 3,18 | 4,3 |
| 3 | <i>Betula pendula</i> Roth. | 25±8 | 4,4±1,4 | 178±29 | 1,93 | 1,5 |
| 4 | <i>Pinus sibirica</i> Du Tour | 7,8±3,2 | 0,77±0,3 5 | 102±32 | 1,85 | 1,6 |
| 5 | <i>Pinus sylvestris</i> L. | 13±4 | 1,5±0,5 | 110±26 | 1,31 | 1,2 |
| Травянистые | | | | | | |
| 6 | <i>Inula helenium</i> L. | 16±4 | 5,1±0,8 | 325±41 | 2,34 | 1,3 |
| 7 | <i>Polygonum Weyrichii</i> F. Schmidt | 13±4 | 2,7±0,5 | 269±37 | 2,71 | 1,7 |
| 8 | <i>Helianthus tuberosus</i> L. | 47±3 | 8,7±1,1 | 186±25 | 2,06 | 2,0 |
| 9 | <i>Helianthus annuus</i> L. | 39±10 | 6,7±3,2 | 162±37 | 2,76 | 2,5 |
| 10 | <i>Gomphrena dispersa</i> Standl | 26±5 | 3,6±1,0 | 142±34 | 1,70 | 2,4 |
| 11 | <i>Amaranthus cruentus</i> L. cv. Tampala | 40±13 | 6,4±2,8 | 158±30 | 2,50 | 2,7 |
| 12 | <i>Celosia argentea</i> L. f. cristata (L.) | 42±10 | 8,4±1,8 | 209±18 | 1,09 | 1,7 |
| Пределы варьирования: 1. Древесные | | 7,8–25 | 0,8–3,6 | 102–201 | 1,31– 3,18 | 1,2–4,3 |
| 2. Травянистые | | 13–47 | 2,7–8,7 | 142–325 | 1,09– 2,76 | 1,3–2,7 |

Тиражирование опыта ботанического сада по использованию дикорастущих травянистых многолетников для создания окультуренного ландшафта в урбанизированной среде будет способствовать улучшению эстетического и санитарно – гигиенического состояния зелёной зоны города. Пока такое тиражирование выполняется в небольших объёмах. В частности, с 2000 г. проводится работа по передаче семян и живых растений из числа редких видов для введения в садовую культуру. В коллективных садах Екатеринбург, Челябинской, Тюменской и Пермской областей зацвели редкие виды, внесённые в Красную книгу РФ [6], Красную книгу Свердловской области [7] и в списки охраняемых растений [4].

На территории города (дошкольные и школьные образовательные учреждения, учреждение культуры – библиотека главы Екатеринбурга, ул. Парк 22 партсъезда около Дворца молодежи, ул. Бажова, 132 – производственное объединение Уралспецстрой, Центр МНТК «Микрохирургия глаза», городской экологический центр, парк городского Дворца творчества учащихся – памятник архитектуры XIX в., детский экологический центр «Рифей», детская экологическая площадка «Сенсорный

сад» в Харитоновском парке) созданы демонстрационные участки с привлечением редких и малоиспользуемых в озеленении растений – интродуцентов из коллекционных фондов ботанического сада университета. В 2010 г. для озеленения территорий образовательных учреждений использованы 690 посадочных единиц 19 видов, включая редкие. Аналогичные участки сформированы на территориях других муниципальных образований Свердловской области: Ключевская средняя образовательная школа (Красноуфимский район Свердловской области); школа № 5 г. Первоуральска; «Демидов парк» г. Нижний Тагил; экологический лагерь Уральского государственного лесотехнического университета на оз. «Песчаное»; пос. Рефтинский Свердловской области.

Цветочное оформление территорий с использованием высокодекоративных дикорастущих многолетних, редких и других полезных растений усиливает эстетический эффект восприятия окружающей среды, способствует популяризации ботанических знаний в области сохранения биоразнообразия.

В цветочном оформлении г. Екатеринбурга преимущественно используют однолетние декоративные виды. Применяют более 20 ви-

дов – сальвию, тагетес, виолу, алиссум, кохию, клещевину, цинерарию, клеому, бегонию, бальзамин, петунию, амарант, агератум, пеларгонию, циннию, табак душистый и др. При этом основной ассортимент составляют гибридные сорта петунии, тагетеса, виолы, бегонии и бальзамина. В центральной части города цветочно-декоративные композиции исполняются в основном в традициях партерных цветников. Применяется один вид, но разные сорта с широкой цветовой гаммой, позволяющей достичь гармоничного цветового сочетания при построении узоров композиций. В последние годы при устройстве цветников используются туя и инертный материал.

В течение последних пяти лет (2006–2010 гг.) за счёт разных источников финансирования цветники из летников ежегодно оформлялись на площади 4,0–6,4 га (табл. 6).

Анализ динамики роста площади цветников показывает устойчивую тенденцию её

увеличения в среднем на 12 % в год. Наибольший прирост площади цветников был зарегистрирован в 2008 (15,1 %) и 2010 гг. (19,7 %). В рамках реализации стратегического проекта «Зелёный город» за счёт средств предприятий, образовательных учреждений, предприятий торговли и малого предпринимательства в 2010 г. были заложены цветники на площади 1,6 га. Анализ ассортимента однолетних, используемых для создания цветников на территории города, показал, что он далёк от потенциально возможного. Источником его расширения являются коллекционные фонды ботанических садов. В частности, в ботаническом саду Уральского государственного университета изучен ассортимент однолетних растений, включающий свыше 5 тысяч образцов 353 видов. Установлено, что 332 вида можно отнести к числу декоративных. Выделены новые ценные декоративные виды, ранее не используемые в широкой культуре (табл. 7).

Таблица 6

Площади цветников из летников на территории г. Екатеринбурга, созданных с использованием городских бюджетных и прочих средств в период 2006–2010 гг.

| Год | Площадь цветников, тыс. м ² | | | Увеличение площади, % |
|------|--|------------------|-------|-----------------------|
| | Городской бюджет | Прочие источники | Общая | |
| 2006 | 22,4 | 17,2 | 39,6 | – |
| 2007 | 26,9 | 15,3 | 42,2 | 6,6 |
| 2008 | 32,0 | 16,6 | 48,6 | 15,1 |
| 2009 | 35,8 | 17,4 | 53,2 | 9,5 |
| 2010 | 38,8 | 24,9 | 63,7 | 19,7 |

Таблица 7

Таксономический состав и итоги интродукции новых декоративных однолетних растений, испытанных на участке систематики ботанического сада УрГУ, 2010 г.

| Семейство | Название вида | Число испытанных образцов | Степень акклиматизации (по шкале Н. А. Базилевской) |
|---------------|---------------------------------------|---------------------------|---|
| Ranunculaceae | <i>Nigella ciliaris</i> DC. | 15 | III (VIII) |
| | <i>N. damascena</i> L. | 50 | III (II) |
| | <i>N. gallica</i> Jordan | 7 | III |
| | <i>N. hispanica</i> L. | 20 | III |
| | <i>N. integrifolia</i> Regel | 5 | III |
| | <i>N. orientaly</i> L. | 5 | III |
| | <i>N. papillosa</i> G.Lopez | 3 | III |
| Papaveraceae | <i>Eschscholzia californica</i> Cham. | 60 | II |
| | <i>E. caespitosa</i> Benth. | 5 | II |
| | <i>E. lobii</i> Greene | 20 | II |
| | <i>E. oregano</i> Greene | 5 | III |
| | <i>E. pulchella</i> Greene | 5 | III |
| | <i>Roemeria hybrida</i> (L.) DC. | 8 | II |
| | <i>R. refracta</i> DC. | 10 | II |
| | <i>Argemone grandiflora</i> Sweet | 5 | II |
| | <i>A. mexicana</i> L. | 30 | II |
| | <i>A. platyceras</i> Link et Otto | 12 | III |
| | <i>A. polyanthemos</i> (Fedde) Ownb. | 3 | II |
| | <i>Papaver argemone</i> L. | 5 | II |

| | | | |
|-----------------|---|-----------|------------------|
| Nyctaginaceae | <i>Mirabilis jalapa</i> L. | 12 | VIII |
| Aizoaceae | <i>Mesembryanthemum crystallinum</i> L. | 15 | VIII |
| | <i>Dorotheanthus bellidiformis</i> (Burm. F.) N. E. Br. | 35 | VIII |
| | <i>D. gramineus</i> (Haw.) Schwant. | 15 | VIII |
| | <i>Carpanthea pomeridiana</i> (L.) N. | 8 | VIII |
| Portulacaceae | <i>Calandrinia grandiflora</i> Lindl. | 9 | VIII |
| Caryophyllaceae | <i>Gypsophila elegans</i> Bieb. | 32 | II |
| | <i>Silene armeria</i> L. | 38 | II |
| | <i>S. pendula</i> L. | 19 | II |
| | <i>Agrostemma brachylobum</i> (Fenzl.) K. Hammer | 4 | III |
| | <i>A. linicola</i> Terech. | 15 | III |
| Chenopodiaceae | <i>Atriplex hortensis</i> L. | 18 | III |
| Plumbaginaceae | <i>Limonium sinuatum</i> (L.) Mill. | 11 | IX(VIII) |
| Capparaceae | <i>Cleome spinosa</i> Jacq | 30 | VIII |
| Brassicaceae | <i>Malcolmia maritima</i> (L.) R.Br. | 17 | III |
| | <i>Matthiola incana</i> R.Br. | 12 | IX |
| | <i>Iberis amara</i> L. | 45 | II |
| | <i>I. umbellata</i> L. | 39 | II |
| | <i>Heliophila longifolia</i> DC. | 8 | III |
| Euphorbiaceae | <i>Euphorbia marginata</i> Pursh | 7 | VIII |
| Lythraceae | <i>Cuphea lanceolata</i> Ait. | 8 | VIII |
| | <i>C. viscosissima</i> Jacq. | 17 | VIII |
| | <i>Clarkia breweri</i> (A. Gray) Greene | 6 | III |
| | <i>C. pulchella</i> Pursh | 15 | III |
| | <i>C. unguiculata</i> Lindl. | 29 | III |
| | <i>Gaura lindheimeri</i> Engelm. ex Gray | 5 | IX |
| | <i>Godetia amoena</i> (Lehm.) G. Don | 16 | II |
| | <i>G. grandiflora</i> Lindl. | 32 | II |
| Fabaceae | <i>Trifolium incarnatum</i> L. | 28 | III |
| | <i>Lupinus angustifolius</i> L. | 23 | III |
| | <i>L. luteus</i> L. | 21 | III |
| | <i>L. mutabilis</i> Sweet. | 17 | III(VIII) |
| | <i>Tetragonolobus purpureus</i> Moench | 22 | III(VIII) |
| Linaceae | <i>Linum grandiflorum</i> Desf. | 23 | III |
| Balsaminaceae | <i>Impatiens balsamina</i> L. | 18 | VIII |
| Tropaeolaceae | <i>Tropaeolum minus</i> L. | 13 | III (VIII) |
| | <i>T. peregrinum</i> L. | 6 | VIII |
| Limnanthaceae | <i>Limnanthes douglasii</i> R.Br. | 25 | III(VIII) |
| Apiaceae | <i>Orlaya grandiflora</i> (L.) Hoffm. | 17 | III |
| Valerianaceae | <i>Fedia cornucopiae</i> (L.) Gaertn. | 17 | III |
| Loasaceae | <i>Mentzelia lindleyi</i> Torr. et Gray | 12 | III(VIII) |
| Solanaceae | <i>Nicandra physaloides</i> (L.) Gaertn. | 17 | III |
| | <i>Nicotiana alata</i> Link. Et Otto | 11 | VIII |
| | <i>N. sanderae</i> Wats. | 19 | VIII |
| | <i>Petunia nyctaginiflora</i> Juss. | 5 | VIII |
| | <i>P. violaceae</i> Lindl. | 6 | VIII |
| | <i>Salpiglossis sinuata</i> Ruiz. et Pav. | 19 | VIII |
| | <i>Schizanthus pinnatus</i> Ruiz. et Pav. | 21 | VIII(III) |
| Nolanaceae | <i>Nolana paradona</i> Lindl. | 17 | III |
| Convolvulaceae | <i>Convolvulus tricolor</i> L. | 63 | III |
| Polemoniaceae | <i>Collomia grandiflora</i> Dougl. ex Lindl. | 11 | III |
| | <i>Gilia achilleifolia</i> Benth. | 25 | III |
| | <i>G. capitata</i> Sims. | 17 | III |
| | <i>G. tricolor</i> Benth. | 28 | III |
| | <i>Linanthus grandiflorus</i> (Benth.) Greene | 9 | VIII |
| Hydrophyllaceae | <i>Nemophila maculata</i> Benth. ex Lindl. | 37 | III(II) |
| | <i>N. menziesii</i> Hook. et Am. | 13 | III(VIII) |
| | <i>Phacelia campanularia</i> A.Gray | 22 | II |

| | | | |
|------------------|---|-----------|----------------|
| | <i>Ph. grandiflora</i> (Benth.) A. Gray. | 15 | III |
| | <i>Ph. tanacetifolia</i> Benth. | 57 | II |
| | <i>Ph. viscida</i> (Benth.) Torr. | 21 | II |
| Boraginaceae | <i>Omphalodes linifolia</i> (L.) Moench. | 38 | II |
| | <i>Cynoglossum amabile</i> Stapf et Drumm. | 40 | II |
| Scrophulariaceae | <i>Collinsia grandiflora</i> Dougl. ex Lindl. | 18 | III |
| | <i>Torenia fournieri</i> Lind. ex Fourn. | 18 | VIII |
| | <i>Mimulus cardinalis</i> Dougl. ex Benth. | 15 | VIII |
| | <i>M. guttatus</i> DC. | 13 | VIII |
| | <i>M. luteus</i> L. | 12 | VIII(III) |
| | <i>Alonsoa warszewiczii</i> Regel. | 6 | VIII |
| | <i>Diascia barberae</i> Hook. f. | 9 | VIII |
| | <i>Nemesia strumosa</i> Benth. | 18 | VIII |
| | <i>Hebenstreitia dentata</i> L. | 12 | III |
| | <i>Linaria maroccana</i> Hook. f. | 21 | III |
| | <i>L. alpina</i> (L.) Mill. | 6 | III (VIII) |
| Martyniaceae | <i>Proboscidea louisiana</i> (Mill.) Thell. | 6 | IX |
| Verbenaceae | <i>Verbena rigida</i> Spreng. | 3 | VIII |
| Lamiaceae | <i>Molucella laevis</i> L. | 19 | III |
| | <i>Salvia coccinea</i> L. | 9 | VIII |
| | <i>S. horminum</i> L. | 15 | III (VIII) |
| Campanulaceae | <i>Legousia hybrida</i> (L.) Delarb. | 6 | III |
| | <i>L. speculumveneris</i> (L.) Chaix | 37 | II |
| Asteraceae | <i>Tolpis barbata</i> (L.) Gaertn. | 26 | III |
| | <i>Crepis rubra</i> L. | 43 | II |
| | <i>Arctotis stoechadifolia</i> Berg. | 48 | VIII |
| | <i>Venidium calendulaceum</i> Jess. | 18 | VIII |
| | <i>Gazania splendens</i> Hort. | 23 | VIII |
| | <i>Xeranthemum annuum</i> L. | 12 | VIII(III) |
| | <i>Amberboa moschata</i> (L.) DC. | 15 | III |
| | <i>Emilia coccinea</i> (Sims.) G. Don. | 26 | III |
| | <i>Dimorphotheca pluvialis</i> (L.) Moench | 63 | III |
| | <i>D. sinuata</i> DC. | 39 | III(IV) |
| | <i>Osteospermum hyoseroides</i> (DC.) Nerl | 16 | III |
| | <i>Sanvitalia procumbens</i> Lam. | 14 | VIII |
| | <i>Zinnia angustifolia</i> H.B.K. | 11 | III(VIII) |
| | <i>Tithonia rotundifolia</i> (Mill.) Blake. | 9 | VIII |
| | <i>Rudbeckia amplexicaulis</i> Vahl. | 16 | III |
| | <i>Gaillardia pulchella</i> Foug. | 15 | III(VIII) |
| | <i>Coreopsis tinctoria</i> Nutt. | 11 | VIII |
| | <i>Cosmos sulphureus</i> Cav. | 42 | III(VIII) |
| | <i>Layia elegans</i> Torr et A. Gray | 30 | III(II) |
| | <i>Madia elegans</i> D. Don ex Lindl. | 12 | III |
| | <i>M. gracilis</i> (Smith) Keck. | 6 | III |
| | <i>Lindheimera texana</i> A. Gray et Engelm. | 18 | III |
| | <i>Helipterum humboldtianum</i> (Gaud.) DC. | 16 | III(VIII) |
| | <i>Ammobium alatum</i> R.Br. | 26 | VIII |
| | <i>Lonas annua</i> (L.) Vines et Druce | 25 | III |
| | <i>Ursinia speciosa</i> DC. | 12 | III |
| | <i>Brachycome iberidifolia</i> Benth. | 28 | VIII |
| | <i>Felicia amelloides</i> (L.) Voss. | 12 | III(VIII) |
| | <i>F. bergeriana</i> (Spreng.) Hoffm. | 17 | III |
| | <i>Charieis heterophylla</i> Cass. | 13 | III |
| | <i>Gamolepis tagetes</i> DC. | 16 | III(VIII) |

Примечание: Жирным шрифтом отмечены новые ценные декоративные виды, ранее не используемые в широкой культуре

Перечень новых декоративных растений включает 131 вид из 33 семейств. В их числе семейства, не представленные во флоре региона – Hydrophyllaceae, Nolanaceae, Martyniaceae, Limnanthaceae, Loasaceae. Оценка интродукционного состояния указанной группы видов показала, что 22 вида при выращивании посевом в открытый грунт ежегодно цветут, завершают плодоношение и даже дают самосев в пределах обрабатываемых участков (II степень акклиматизации по шкале Н. А. Базилевской [1]). Группа из 68 видов характеризуется III степенью акклиматизации, означающей ежегодное цветение и плодоношение без образования самосева. Степень акклиматизации VIII имеют 37 видов, которые высаживаются в открытый грунт рассадой. Продление вегетационного периода также позволяет получать семена растений этой группы.

Степень акклиматизации IX имеют виды, не образующие семян даже при выращивании рассадой.

В результате изучения однолетников выделены 25 видов, высоко декоративных и устойчивых к условиям выращивания на Урале. Наиболее интересными и перспективными следует считать *Limnanthes douglasii* R. Br. (лимнантес Дугласа), *Nemophila maculata* Bent.ex Lindl. (немофила пятнистая), *Nolana paradoxa* Lindl. (нолана странная), *Phacelia campanularia* A. Gray (фацелия колокольчатая), *Ph. viscida* (Benth.) Torr. (фацелия липкая), а также более известные в культуре *Layia elegans* Torr. et Gray (лейя изящная) и *Silene armeria* L. (смолёвка армериевидная). Таксономическое разнообразие однолетников определяет многообразие декоративных качеств и приёмов применения в озеленении. Их рекомендуется использовать для оформления миксбордеров, бордюров, каменистых садов. При выращивании посевом в открытый грунт во второй декаде мая перспективные виды ежегодно завершают полный цикл развития до наступления осенних заморозков или погибают от заморозков, когда большая часть семян успевает взреть. Разработаны рекомендации по семеноводству перспективных грунтовых летников на Урале.

В последние годы озеленители г. Екатеринбурга для оформления цветников и больших дорожных развязок используют амарант, имеющий богатую цветовую гамму и множество оттенков окраски растений с листьями, стеблями и соцветиями разнообразных размеров и форм [18]. Предложение о включении

амаранта в региональный ассортимент перспективных декоративных летников было сделано ботаническим садом Уральского государственного университета, в котором сформирована богатейшая коллекция рода. Наиболее декоративные виды, образцы и сорта амаранта с 1994 г. с успехом используют в озеленении г. Екатеринбурга в виде одновидовых и многовидовых посадок. При выращивании теплолюбивого растения в условиях крупного северного промышленного города с высоким уровнем загазованности и запыленности воздуха, уплотнения и загрязнения почвы токсичными элементами его декоративность не утрачивается.

В последние годы для озеленения стали использовать и декоративные злаки. В 2010 г. при устройстве цветников в сквере им. Татищева высажены следующие виды: перловник высокий, овсяница ложнодалматская (сорт «Голубая корона» селекции БС УрГУ), пырейник сибирский, пырейник собачий, колосняк песчаный, булавоносец седоватый и ковыль красивейший. В 1997 г. сорта овсяницы красной Свердловская и Ирбитская (оригинатор – БС университета) использовали при закладке партерных газонов на территории резиденции губернатора Свердловской области и Исторического сквера.

Заключение

При разработке программы повышения качества цветочного оформления городских территорий необходимо расширение ассортимента видового состава деревьев, кустарников, травянистых многолетников и однолетников на основе научных исследований, выполненных в интродукционных центрах Уральского региона. При формировании ассортимента основными классическими критериями отбора являются: по отношению к травянистым многолетникам – продолжительность жизни на одном месте, феноритмотип – длительноvegetирующие (весеннее-летне-осеннезелёные), коротковегетирующие (гемиэфемероиды и эфемероиды), жизненная форма – ползучие почвопокровные, подушкообразные, низкорослые бордюрные, куртинные – средне- и высокорослые.

Из однолетних декоративных растений предпочтительнее культивировать виды длительного цветения, выращиваемые путём посева семян в открытый грунт. Комплексный подход к формированию ассортимента для озеленения позволит создать многоярусные с различным проективным покрытием экспози-

ции, более адаптированные к напряженным экологическим факторам урбанизированной территории.

В практике озеленения важно также учитывать показатели газообмена листьев растений используемых видов.

Литература

1. Базилевская Н. А. Теория и методы интродукции растений / Н. А. Базилевская. – М., 1960. – 130 с.
2. Вахрушева Е. С. Экология Екатеринбурга: вчера, сегодня, завтра / Е. С. Вахрушева. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 1998. – 156 с.
3. Воронин П. Ю. Фотосинтетический газообмен CO₂ и H₂O древесных и травянистых растений в модели интактного и отделённого от побега листа / П. Ю. Воронин, Г. П. Федосеева // Тез. докл. Всерос. симп. «Растение и стресс» (Plant under Environmental Stress) (9–12 ноября 2010 г.). – М., 2010. – С. 93–94.
4. Горчаковский П. Л. Редкие и исчезающие растения Урала и Приуралья / П. Л. Горчаковский, Е. А. Шурова. – М. : Наука, 1982. – 208 с.
5. Использование декоративных растений при создании окультуренного ландшафта на территории с нарушенными почвенно-растительным покровом / Г. П. Федосеева [и др.] // Бюл. Никитского ботан. сада. – Ялта, 2001. – Вып. 82. – С. 90–94.
6. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / сост. Р. В. Камелин [и др.]. – М. : Товарищество науч. изд. КМК, 2008. – 855 с.
7. Красная книга Свердловской области. Животные, растения, грибы. – Екатеринбург : Баско, 2008. – 255 с.
8. Красная книга Среднего Урала. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 1996. – 279 с.
9. Майорчик И. Б. Озеленение Екатеринбурга / И. Б. Майорчик, Г. П. Федосеева, А. П. Петров // Проблемы озеленения северных городов : тез. докл. Междунар. совещ. Петрозаводск, 30 июня – 5 июля 1997 г. – Петрозаводск, 1997. – С. 23–24.
10. Масюкова М. А. Дикорастущие и культурные цветочно-декоративные растения для Кустанайской области : автореф. дис. ... канд. биол. наук / М. А. Масюкова. – Алма-Ата, 1967. – 29 с.
11. Материалы по озеленению городов Урала : сб. Урал. науч.-исслед. Ин-та Академии коммун. хоз-ва им. К. Д. Памфилова. – 1958. – Вып. 1. – С. 9.
12. Никитина Л. С. Экспозиционные участки природной флоры в Ботаническом саду : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Л. С. Никитина. – Уфа, 2000. – 16 с.
13. Новикова Л. С. Многолетние декоративные растения природной флоры Башкирии для озеленения / Л. С. Новикова // Интродукция и селекция декоративных растений в Башкирии. – Уфа, 1978. – С. 90–114.
14. Новикова Л. С. Интродукция новых декоративных многолетних растений / Л. С. Новикова // Генетика, селекция и биотехнология лесных древесных и травянистых растений. – Уфа, 1993. – С. 123–129.
15. Стратегический план развития Екатеринбурга. – Екатеринбург, 2010. – 279 с.
16. Стратегический проект «Зелёный город (городские леса)». – Екатеринбург, 2007. – 35 с.
17. Трофимова З. И. Раноцветущие и листовенно-декоративные растения, рекомендуемые для озеленения на Среднем Урале / З. И. Трофимова // Тр. ин-та биологии Урал. фил. АН СССР «Интродукция и селекция растений на Урале». – Свердловск, 1961. – Вып. 23. – С. 51–75.
18. Федосеева Г. П. Использование амаранта в озеленении Екатеринбурга / Г. П. Федосеева, Т. Ф. Оконешникова, О. В. Халатян // Бюл. Гл. ботан. сада РАН. – 2000. – Вып. 181. – С. 127–131.

Optimization of greening in the city of Ekaterinburg

G. P. Fedoseeva¹, T. S. Blagodatkova², T. F. Okoneshnikova¹

¹Botanical Garden of Ural State University, Ekaterinburg

²Committee for Landscaping of Administration of the City of Ekaterinburg

Abstract. Provides historical information about the greening of the city of Ekaterinburg, since the mid-19TH century to our days. In the modern Ekaterinburg have been created and are in an optimal state of various types and categories of green plantings. Acknowledged the need to expand the range of the species composition of trees, shrubs and herbaceous perennials originated of wild species, including protected ones. For the formation of the greenery assortment in addition to the main classical selection criteria are proposed to consider the physiological index – intensity of photosynthesis.

Key words: Assortment of ornamental species, wild herbaceous perennials, ground garages, introduction, rare species.

Федосеева Галина Петровна

*Ботанический сад Уральского государственного университета им. А. М. Горького
620000, г. Екатеринбург, пр. Ленина, 51*

Fedoseeva Galina Petrovna

*Botanical Garden of Ural State University
51 Lenin Ave., Ekaterinburg, 620000*

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, директор
тел. 8 (343) 261–66–92
E-mail: halinaphedoseeva@mail.ru

Ph. D. of Biology, senior research scientist, director
phone: 8 (343) 261–66–92
E-mail: halinaphedoseeva@mail.ru

Благodatkova Тамара Сайдалиевна
Комитет благоустройства администрации г. Екатеринбурга.
620014, г. Екатеринбург, пер. Банковский, 1.
председатель
тел.: 8(343) 354–56–93

Blagodatkova Tamara Saidalieвна
Committee for Landscaping of Administration of the City of Ekaterinburg.
1, Bankovskiy Lane, Ekaterinburg, 620014
chairman
phone: 8(343) 354–56–93

Оконешникова Татьяна Фёдоровна
Ботанический сад Уральского государственного университета им. А. М. Горького
620000, г. Екатеринбург, пр. Ленина, 51
заведующая лабораторией интродукции многолетних трав
тел. 8 (343) 261–66–92

Okoneshnikova Tatyana Fedorovna
Botanical Garden of Ural State University
51 Lenin Ave., Ekaterinburg, 620000
Head of Laboratory of Introduction of Perennial Herbs
phone: 8 (343) 261–66–92



УДК 574:582.394

Папоротники как объекты для изучения в цепи непрерывного экологического образования

О. В. Храпко¹, М. В. Касинцева², Е. В. Медеян³

¹Ботанический сад-институт ДВО РАН, Владивосток;

²Уссурийский государственный педагогический институт, Уссурийск;

³Приморский краевой институт переподготовки и повышения квалификации работников образования, Владивосток

Аннотация. Папоротники обладают целым спектром уникальных особенностей биологии, экологии, морфологии и имеют значительную ценность как объекты изучения в цепи непрерывного экологического образования. В статье рассмотрено место ботанических садов в этом процессе.

Ключевые слова: папоротники, экологическое образование, коллекции Ботанического сада.

В условиях обострения экологического кризиса особую актуальность приобретает проблема реализации одной из высших целей образования – формирования экологической культуры. В качестве одной из основ экологического образования предлагается ценностно-созидательная модель, в которой природа выступает как объект познания, ценности и личной заботы человека [4]. Предложенная модель, в отличие от традиционной, помимо развития эколого-биологической грамотности наполняется деятельностью, развивающей исследовательские и конструктивно-созидательные умения и навыки.

Особую роль в формировании эмоционально-ценностной и познавательно-деятельностной сферы личности занимают ботанические сады. В литературе уже освещалась роль ботанических садов в процессе непрерывного экологического образования [2; 7], подразумевающего охват широкого спектра возрастных групп – он начинается с дошкольного возраста и продолжается в средней школе, вузах и во время послевузовского образования. Используемые подходы, приёмы и методы формирования экологического мышления в значительной степени зависят от возраста обучаемых. Помимо того, важна и роль объектов, на примере которых демонстрируются те или иные законы окружающего мира, в частности, мира растений. Их правильный выбор позволяет сделать процесс обучения более увлекательным, расширить кругозор обучаемых, ввести необходимый региональный компонент.

Ботанические сады, центральным стержнем работы которых является стремление в

максимально возможных пределах воспроизвести многообразие мира растений [6], обладают значительными коллекционными фондами живых растений. Многие их группы могут использоваться в качестве объектов изучения в процессе непрерывного экологического образования. В качестве примеров чаще выступают растения из группы цветковых, что сужает представления о разнообразии мира растений. Уникальным особенностям высших споровых растений – папоротников, уделяется намного меньше внимания.

Несмотря на то что папоротники значительно уступают цветковым по числу представителей, они достаточно разнообразны по особенностям экологии и биологии, морфологическим структурам. В составе большинства флор нашей страны папоротники выступают в качестве реликтовой группы, эта особенность предопределяет целый ряд их специфических черт.

В Ботаническом саду-институте ДВО РАН (БСИ ДВО РАН) папоротники представлены в составе коллекций субтропических и тропических растений (25 видов), природной флоры (15), ряд дикорастущих видов (28) входит в состав естественных растительных сообществ на лесопокрытой территории сада. Помимо того, в гербарных фондах имеются образцы дальневосточных видов папоротников, а в библиотеке – специально подобранные литературные источники по данной группе растений. Всё это предоставляет широкие возможности использования папоротников в качестве демонстрационного материала в процессе экологического обучения.

Начинается знакомство детей с окружающим миром ещё в дошкольном возрасте. Живущие во Владивостоке дети на свою первую «лесную» экскурсию нередко приезжают в БСИ ДВО РАН. Во время прогулки по лесу ранней весной можно обратить внимание детей на хорошо заметные на бурой почве зелёные вайи щитовника толстокорневищного (*Dryopteris crassirhizoma* Nakai) – лесного папоротника, вайи которого сохраняются живыми даже зимой. В начале лета невольно привлекают взгляд необычные по окраске (винно-красные), свернутые в своеобразные улитки раскрывающиеся пластинки вай кочедыжника китайского (*Athyrium sinense* Rupr.). Позже, демонстрируя детям своеобразные «вазы» чистоустника азиатского (*Osmundastrum asiaticum* (Fern.) Tagawa) и страусника обыкновенного (*Matteuccia struthiopteris* (L.) Todaro), можно особо отметить, что папоротники, в отличие от других лесных растений, никогда не цветут.

В начальной школе в рамках знакомства с окружающим миром экскурсия по БСИ ДВО РАН может быть расширена. Во время её проведения папоротники природной флоры могут быть показаны как примеры лесных (*Adiantum pedatum* L., *Athyrium filix-femina* (L.) Roth и др.), скальных (*Woodsia ilvensis* (L.) R. Br., *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh. и др.) растений. Знакомство с многообразием растительного мира продолжается в оранжерее, где субтропические и тропические наземные (адиантум мелковолосистый *Adiantum hispidulum* Swartz., птерис длиннолистный *Pteris longifolia* L.) и эпифитные (платицерум оленерогий *Platyserum bifurcatum* (Cav.) C.Chr., флелодиум золотистый *Phlebodium aureum* (L.) Smith.) папоротники демонстрируют разнообразие мест обитаний, освоенных растениями. На этом этапе необходимо использовать приём «эффект удивления». Удивление – импульс, благодаря которому сознание выводится из состояния равновесия повседневных смыслов и заставляет более пылко и внимательно всматриваться в окружающий мир.

В средних и старших классах гербарные образцы и живые растения папоротников служат объектами демонстрации при рассмотрении особенностей полового и вегетативного размножения, разнообразия биологических процессов, происходящих в растительном мире, при характеристике полезных свойств растений. О них можно рассказывать как о составных элементах растительных сообществ.

Так, во время экскурсии по лесной территории БСИ ДВО РАН в составе травяного покрова выделяются папоротники (чистоустник азиатский, щитовник толстокорневищный и др.), которые являются характерными компонентами хвойно-широколиственных лесов и нередко образуют куртины, пятна или полностью формируют подъярус высоких трав. На этом этапе исследовательская культура школьников позволяет видеть и анализировать целостную, многокомпонентную картину окружающего мира, грамотно взаимодействовать с ним.

Папоротники могут быть использованы при проведении внеклассной и внеурочной работы. Они послужат объектами в проведении экспериментальной работы школьниками, например, наблюдений за ростом и развитием гаметофитов, полученных при посеве спор. Для проращивания пригодны споры видов, которые характеризуются высокой всхожестью (кочедыжник китайский, щитовник толстокорневищный). Достаточно посеять их на влажную почву в обычный цветочный горшок, и эти споры довольно быстро прорастут, образуя на почве зелёный, сходный со мхами покров, состоящий из гаметофитов папоротников. Процесс формирования спорофитов требует более длительного времени, но на его протяжении можно совместно с учащимися наблюдать за постепенным развитием молодых папоротников.

Многие дальневосточные виды (кочедыжник китайский, щитовник толстокорневищный и др.) достаточно неприхотливы, их испытание в условиях коллекции БСИ ДВО РАН показало возможность использования на затенённых пришкольных участках [8]. Они не только послужат украшением таких участков, но могут быть использованы в учебном процессе и при внеклассных занятиях. Той же цели послужат папоротники закрытого грунта, размещенные в учебных кабинетах. Достаточно известные в комнатной культуре нефролеписы (нефролепис сердцелистный *Nephrolepis cordifolia* (L.) C. Presl., нефролепис возвышенный *N. exaltata* (L.) Schott), адиантумы (адиантум мелковолосистый, адиантум венерин волос *Adiantum capillus-veneris* L.) и т. д. позволят расширить знания учащихся о разнообразии растительного мира, познакомить их с представителями тропических и субтропических флор, а также с декоративными растениями.

При обучении студентов вузов использование представителей этой группы растений можно организовать более разнообразно и уг-

лубленно. Так, при знакомстве с систематическими группами высших споровых растений виды папоротников российского Дальнего Востока в качестве примеров могут быть приведены в учебных пособиях [1]. Гербарные образцы папоротников можно использовать в ходе лабораторных работ при знакомстве с растениями природной флоры, в проведении таких занятий поможет «Определитель папоротников Приморского края» [5].

Разнообразие экзотических папоротников в оранжерейном комплексе БСИ ДВО РАН служит основой для изучения жизненных форм растений. В коллекции имеются представители особой группы жизненных форм – папоротники-лианы (лигодиум японский *Lygodium japonicum* (Thunb.) Swartz.), обвивающие опоры вайями. Приспособительные особенности эпифитных видов можно наблюдать на примере представителей рода платицерум. На участках природной флоры студенты знакомятся с жизненными формами папоротников умеренной зоны – длиннокорневищными (голукучник иезский *Gymnocarpium jessoense* (Koidz.) Koidz.), короткокорневищными (щитовник толстокорневищный), водными (сальвиния плавающая *Salvinia natans* (L.) All.). Наблюдая за развитием вай папоротников на коллекционных участках, студенты получают возможность познакомиться с их важнейшей эволюционной особенностью – макрофилльным происхождением листьев. Хорошо заметный верхушечный рост вай доказывает их необычное «побеговое» происхождение, что является характерным отличием папоротников от других групп высших растений.

У ряда видов папоротников имеются функциональные различия вай, которые могут быть продемонстрированы на примере дальневосточных видов, встречающихся на лесопокрываемой территории сада и в коллекции растений природной флоры. Наиболее наглядными примерами таких видов являются страусник обыкновенный, оноклея чувствительная *Onoclea sensibilis* L., имеющие особые спороносные вайи, значительно отличающиеся цветом и формой от вегетативных.

Для студентов-биологов важно сформировать представления об эволюционных тенденциях, наметившихся в конкретной систематической группе. Изучая папоротники на массовом гербарном материале, широко представленном в саду, а также используя богатейшие фонды библиотеки БСИ ДВО РАН, студенты смогут самостоятельно выявлять первичные

(примитивные) признаки этих растений и проследить их в различных таксономических группах. Те или иные аспекты, связанные с биологией, экологией, использованием папоротников, могут быть положены в основу экспериментальной и научно-исследовательской работы, проводимой студентами. Так, отдельным направлением в изучении папоротников, освещающим не только особенности их размножения, но и определенный уровень развития, является детальное знакомство с гаметофитами. Проводя эксперименты по проращиванию спор в лабораторных условиях, студенты имеют возможность изучать условия образования, продолжительность развития, образ жизни гаметофитов разных видов папоротников. В свою очередь, это формирует у них представление о смене поколений в жизненном цикле, биологическом значении редукции и разнополовости гаметофитов.

Имеющееся в БСИ оборудование обеспечивает достаточно высокий уровень научных исследований, результаты которых могут быть оформлены как курсовые и дипломные проекты. Например, микроскопная лаборатория оснащена современными микроскопами для морфологических и микроморфологических исследований (универсальный электронный микроскоп AxioPlan 2, стереомикроскоп Stemi 2000-C и др.).

Особое место изучение папоротников занимает при подготовке студентов-дизайнеров, специализирующихся в области ландшафтного дизайна и дизайна интерьеров. Коллекционные фонды живых растений и различные экспозиции БСИ ДВО РАН позволяют познакомиться обучающихся с декоративными качествами этих растений, показать, как они выглядят в ландшафтных композициях, а также в интерьере озеленении. В качестве декоративнолистных растений папоротники включены в учебное пособие [3], фотографии отдельных видов и композиций с папоротниками используются для демонстраций во время лекций и практических занятий.

Изложенные выше материалы на примере папоротников показывают, как отдельные группы растений могут быть использованы в процессе экологического образования. Привлечение в качестве примеров видов природных флор позволяет отразить особенности окружающего растительного мира, ввести региональный аспект в процесс обучения. Осуществление непрерывного экологического образования на базе ботанических садов, с использованием их ресурсов (коллекций живых

растений, гербарных и библиотечных фондов, научного оборудования и др.) даёт возможность полнее отразить многообразие растительного мира, пробудить познавательный интерес обучаемых, сделать изучаемый материал более наглядным и запоминающимся, расширяет возможности проведения школьниками и студентами исследовательской работы.

Литература

1. Касинцева М. В. Археогониальные и голосеменные растения : учеб. пособие / М. В. Касинцева. – Уссурийск : Изд-во «УГПИ», 2011. – 68 с.
2. Кузеванов В. Я. Ботанические сады как экологические ресурсы / В. Я. Кузеванов, С. В. Сизых // Вестн. ИргСХА. – 2010. – Вып. 40. – С. 23–36.
3. Ландшафтное проектирование среды : учеб. пособие / отв. ред. О. В. Храпко, А. В. Копьева – Владивосток : Изд-во ВГУЭС, 2006. – 268 с.
4. Медеян Е. В. Ценностно-созидательная модель эколого-биологического образования / Е. В. Медеян // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. (24–25 сентября 2010 г., Владивосток). – Владивосток : ПИППКРО, 2010. – С. 126–130.
5. Пешеходько В. М. Определитель папоротников Приморского края : учеб.-метод. пособие для студентов естеств. фак. вузов и учащихся средних школ / В. М. Пешеходько, О. В. Храпко. – Владивосток : Изд-во Дальневост. гос. ун-та., 1994. – 55 с.
6. Скворцов А. К. Многообразие мира растений и ботанические сады / А. К. Скворцов // Биологическое разнообразие. Интродукция растений : материалы науч. конф. (12–15 декабря 1995 г. Санкт-Петербург). – СПб., 1995. – С. 7.
7. Храпко О. В. Ботанические сады в цепи непрерывного образования / О. В. Храпко // Жизнь в гармонии: Ботанические сады и общество : материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 125-летию Ботан. сада ТвГУ (Тверь, 19–22 сент. 2004 г.). – Тверь : ООО «ГЕРС», 2004. – С. 12–14.
8. Храпко О. В. Растения для затененных участков / О. В. Храпко, М. Ю. Горбань // Озеленение пришкольных участков. – Владивосток, 2003. – С. 40–50.

Ferns for continuous environmental education

O. V. Khrapko¹, M. V. Kasintseva², E. V. Medelyan³

¹Botanical Garden-Institute FEB RAS, Vladivostok;

²Ussuriysky State Pedagogical Institute, Ussuriysk;

³Primorsky Regional Institute for Retraining of Employees in Education, Vladivostok

Abstract. The ferns have some specific features and are interest as objects for continuous environmental education. A considerable role of botanical gardens in this process is discussed.

Key words: ferns, environmental education, collections of botanic garden.

Храпко Ольга Викторовна
Ботанический сад-институт ДВО РАН
690024, Владивосток, ул. Маковского, 142
доктор биологических наук,
заведующий лабораторией
тел./факс: (4232) 38–80–41
E-mail: botsadplus@yandex.ru

Касинцева Марина Викторовна
Уссурийский государственный педагогический институт
692500, Приморский край,
г. Уссурийск, ул. Некрасова, 35
кандидат биологических наук, доцент
тел./факс: 8(4234) 32–10–85
E-mail: canc@uspi.ru

Медеян Елена Викторовна
Приморский краевой институт переподготовки и
повышения квалификации работников образования
690003, Владивосток, ул. Станюковича, 28
главный методист
тел.: 61–15–38
E-mail: medelena64@mail.ru

Khrapko Olga Viktorovna
Botanical Garden-Institute FEB RAS
142 Makovsky St., Vladivostok, 690024
D. Sc. in Biology, Head of Laboratory

phone/fax: (4232) 38–80–41
E-mail: botsadplus@yandex.ru

Kasintseva Marina Viktorovna
Ussuriysky State Pedagogical Institute

35 Nekrasov St., Ussuriysk, Primorsky region, 692500
Ph. D. of Biology, ass. prof.
phone/fax: 8 (4234) 32–10–85
E-mail: canc@uspi.ru

Medelyan Elena Viktorovna
Primorsky Regional Institute for Retraining
of Employees in Education
28 Stanyukovich St., Vladivostok, 690003
senior methodist
phone 61–15–38
E-mail: medelena64@mail.ru